Consultores en Sistemas Eléctricos AJOMA S. de R.L. de C.V.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENO FORESTAL, MODALIDAD B-REGIONAL

PROYECTO:

Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA

EL MARQUÉS, QUERÉTARO, FEBRERO DEL 2026



CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Índice

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO……..….3

I.1. Datos Generales del Proyecto……..….3

I.2. Datos Generales del Promovente……...8

I.3. Responsable de la Elaboración del Documento Técnico Unificado Modalidad B – Regional……9

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

I.1. Datos Generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El sitio o área de influencia de la obra donde se realizará la **"**Línea de Transmisión denominada (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA (115 kV – 2C) está localizada en el municipio de El Marqués, partiendo de la Subestación Eléctrica (SE) Conín al norte de la comunidad de El Carmen del municipio de El marqués y desplazándose en dirección noreste cruzando el Anillo Vial III Oriente, travesando el conjunto habitacional Real Solare, para posteriormente tomar dirección noroeste cruzando Prolongación Constituyentes Oriente, y pasando terreno forestales y pecuarios, hasta llegar y cruzar la carretera federal No 200 y proyectándose en dirección noreste a un costado del río Querétaro, de ahí se proyecta en dirección norte cruzando el río Querétaro y 2 cruces ferroviarias hasta entroncarse con la Línea de Transmisión de postes en operación denominada LT Campanario-ZIBATA donde concluye.

Es importante señalar que los primeros 6,100.0 m de línea se utilizará el derecho de vía de la línea de transmisión (LT) denominada Conín-Centenario en operación (115 kV-1 C), la cual se cambiaran las estructuras de soporte y se instalarán torres de 2 circuitos a 230 kV, obra que en su momento no fue necesario tramitar permisos ambientales y tampoco de cambio de uso de suelo en terreno forestal, por lo que ahora se realizará la regulación de la misma, y porque se construirían 1,829.0 m de obra nueva.

En la tabla I.1 se presenta un listado de las localidades cercanas al proyecto.

Tabla I.1. Localidades cercanas al proyecto

Clave	Municipio	Localidad	Distancia del proyecto (km)
022	El Marqués	El Carmen	760
022	El Marqués	Fraccionamiento Real Solare Fase 4	460
022	El Marqués	Fraccionamiento Rela Solare	Cruza
022	El Marqués	Ciudad Maderas Residencial Querétaro	1100
022	El Marqués	Fraccionamiento Provenza Residencial	320
022	El Marqués	El Organal	30
022	El Marqués	Barrio Buenavistilla	810
022	El Marqués	La Trinidad	1340
022	El Marqués	La Cañada	620
022	El Marqués	Segundo barrio de Dolores	970

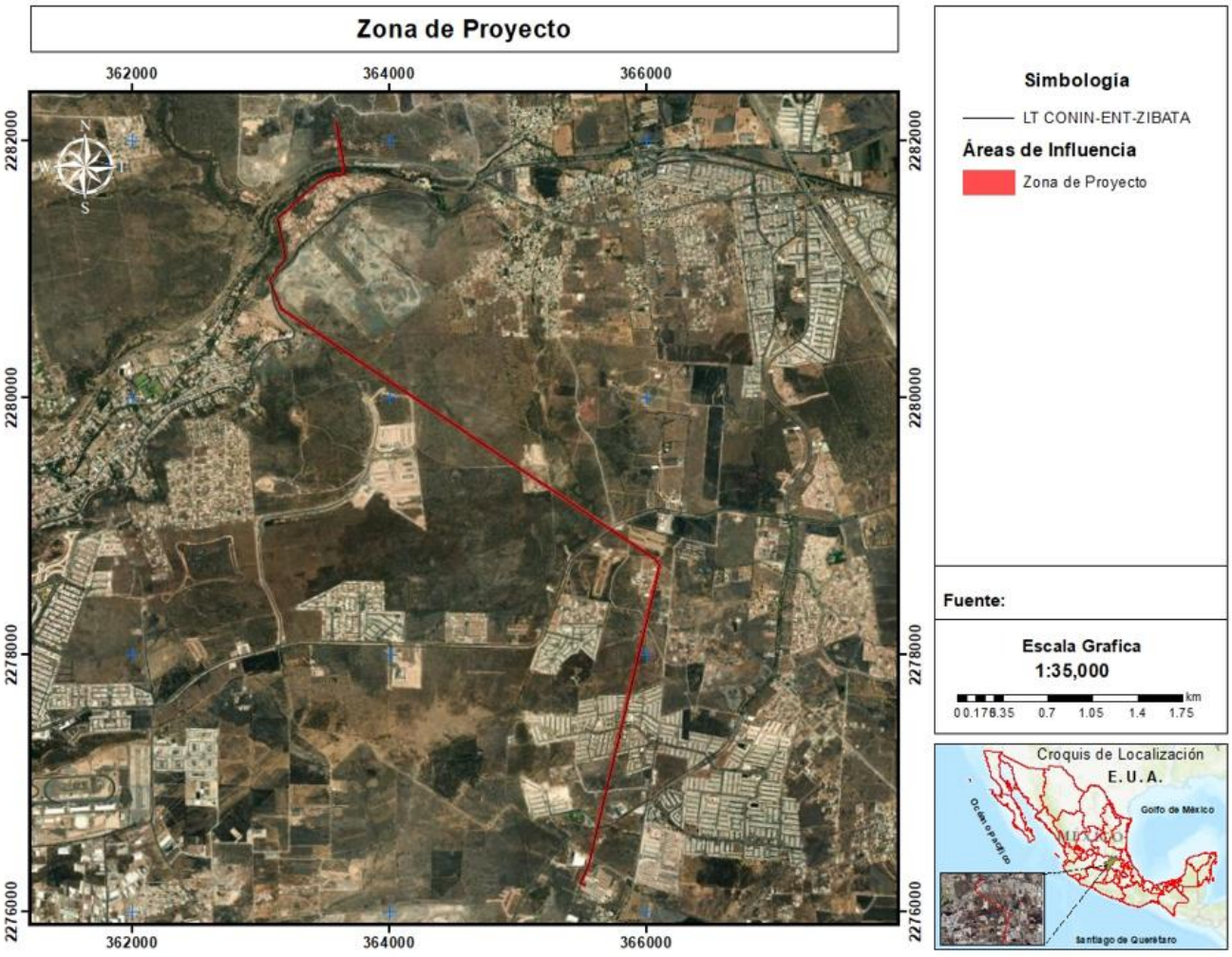
Coordenadas Geográficas

En la tabla I.2 se muestran las coordenadas de la ubicación del proyecto y en el mapa I.1 la ubicación general del proyecto con respecto al municipio El Marqués.

Tabla I.2. Coordenadas UTM del proyecto Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA (UTM, Zona 14 Q).

Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
				1	365,518.64	2,276,207.36
1	2	N 62°07'21" W	38.32	2	365,484.77	2,276,225.28
2	3	N 22°17'09" E	60.69	3	365,507.78	2,276,281.43
3	4	N 22°23'46" E	51.43	4	365,527.38	2,276,328.98
4	5	N 29°44'42" E	32.17	5	365,543.34	2,276,356.91
5	6	N 13°57'08" E	87.03	6	365,564.32	2,276,441.37
6	7	N 13°18'51" E	2144.99	7	366,058.29	2,278,528.71
7	8	N 13°35'13" E	183.50	8	366,101.40	2,278,707.07
8	9	N 40°36'51" W	57.80	9	366,063.77	2,278,750.94
9	10	N 56°11'36" W	3497.03	10	363,158.03	2,280,696.67
10	11	N 22°58'36" W	235.79	11	363,065.99	2,280,913.75

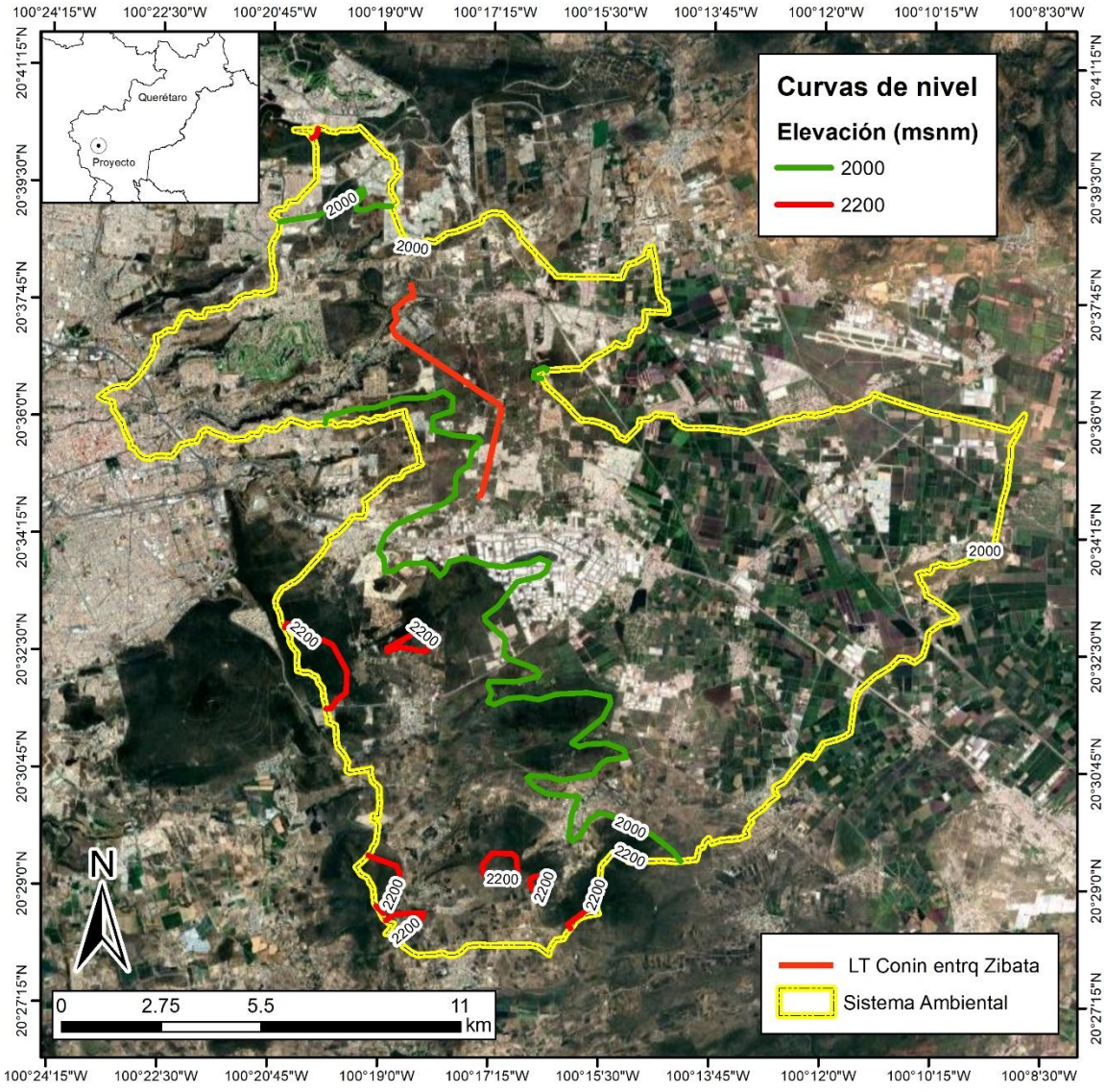
Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
Est	PV				X	Y
11	12	N 34°26'07" E	218.15	12	363,189.34	2,281,093.67
12	13	N 11°38'23" W	305.78	13	363,127.65	2,281,393.15
13	14	N 47°33'01" E	426.99	14	363,442.71	2,281,681.35
14	15	N 61°47'45" E	103.97	15	363,534.34	2,281,730.48
15	16	N 83°04'06" E	114.84	16	363,648.34	2,281,744.34
16	17	N 08°22'14" W	175.90	17	363,622.74	2,281,918.37
17	18	N 09°35'17" W	233.60	18	363,583.83	2,282,148.71



Mapa I.1. Ubicación general del proyecto

- ***Dimensiones del proyecto***

En el mapa I.2 se muestran gráficamente las dimensiones del proyecto con respecto a las formas topográficas del terreno para la Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA.



Mapa I.2. Plano topográfico del proyecto Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA

De acuerdo con el cuadro de construcción del proyecto y al plano topográfico descritos, la superficie que ocupará el proyecto será de:

Uso de suelo y vegetación en el área de la obra en estudio.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Agrícola	11,597.01	1.1597
Bosque de galería	3,834.45	0.3834
Camino	10,608.81	1.0609
Carretera	6,716.52	0.6717
Ferrocarril	1,682.32	0.1682
Pastizal inducido	58,735.70	5.8736
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.42	4.9302
Sin vegetación aparente	19,286.95	1.9287
Zona federal CFE	820.83	0.0821
Zona urbana	12,827.60	1.2828
Total	**175,412.62**	**17.5413**

Nota: derecho de vía de 22 m

I.1.3. Duración del Proyecto

La vida útil del proyecto es de 50 años, sin embargo, al llevar a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos, se espera alargar está.

Etapa	Tiempo
Preparación del Sitio y Construcción	18 meses
Operación y Mantenimiento	49 años
Abandono	1 año

I.3. Responsable de la Elaboración del Documento Técnico Unificado Modalidad B – Regional

A. Nombre o razón social

Servicios Técnicos Forestales

B. Registro Federal del Contribuyente o CURP

[redacted]

C. Nombre del representante técnico de la elaboración del estudio

Ing. José Luis Cornejo Yánez

D. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

[redacted]

E. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

[redacted]

F. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

[redacted]

G. Dirección del responsable del estudio

[redacted]

I.3.1. Datos de Inscripción en el Registro de la Persona que haya formulado el Documento en Materia Forestal y, en su caso, del Responsable de Dirigir la Ejecución del Cambio de Uso de Suelo.

A. Nombre:

Ing. José Luis Cornejo Yáñez

B. *Domicilio:*

[redacted]

C. Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional:

[redacted]

D. Copia de su identificación oficial:

LOS ABAJO FIRMANTES **BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD,** QUE LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE ESTUDIO DEL PROYECTO DENOMINADO **"LÍNEA DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) CONÍN ENTRONQUE CAMPANARIO-ZIBATA",** LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MEJOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. LO ANTERIOR, COMO LO ESTABLECE EL ART. 35 BIS 1 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y EL ARTÍCULO 36 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO.

PROMOVENTE

CONSULTORES EN SISTEMAS ELÉCTRICOS AJOMA S. DE R.L. DE C.V.

RESPONSABLE DEL PROYECTO

MARISOL ARVIZU RAMÍREZ

Representante legal

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO EN MATERIA AMBIENTAL Y EN MATERIA FORESTAL

ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YÁÑEZ

[redacted]

Febrero, 2026

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

DELEGACION FEDERAL SEMARNAP
SUBDELEGACION DE RECURSOS NATURALES

Registro Forestal en Jalisco

OFICIO.- SEMARNAP/SRN.SNIF/2000/340

A S U N T O: Certificado de Inscripción en el Registro Forestal Nacional de persona física prestadora de servicios técnicos forestales.

Guadalajara, Jal., a 21 de Noviembre de 2000.

C. ING. JOSE LUIS CORNEJO YANEZ
BAHIA DE LA CONCEPCION No. 937
COL. PARQUES DE SANTA MARIA
TLAQUEPAQUE, JAL.

Hago referencia a los datos de Identificación enviados para su inscripción en el Registro Forestal Nacional.

Con fundamento en los Artículos 32 Bis, fracciones V y XVIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 31, 32, fracción XXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 10 Bis fracción V de la Ley Forestal Y 15 de su Reglamento; y en virtud de haber cumplido con los requisitos señalados en los Artículos 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos y 77 fracción I del Reglamento de la Ley Forestal; **se certifica:**

Que en el Registro Forestal Nacional, en asiento fechado el 21 de Noviembre de 2000, en Libro JALISCO, Tipo UI personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales – inscripción, Volumen 2, Número 11; ha quedado usted inscrito como Persona Física Prestadora de Servicios Técnicos Forestales responsable de elaborar, dirigir la ejecución técnica o de evaluar programas de manejo forestal o programas integrados de manejo ambiental y forestación.

Lo anterior se hace de su conocimiento para los efectos legales y administrativos correspondientes.

A T E N T A M E N T E
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.
EL DELEGADO FEDERAL

LIC. LUCIANO GROBET VALLARTA

CCP. C. DIRECTOR GENERAL FORESTAL.- PRESENTE.-MEXICO, D.F.
CCP. C. DELEGADO FEDERAL DE LA PROFEPA.- PRESENTE.-CIUDAD.
CCP. C. SECRETARIO DE DESARROLLO RURAL.- PRESENTE.-CIUDAD.
CCP. C. SUBDELEGADO DE RECURSOS NATURALES.- PRESENTE.-EDIFICIO.
EXPEDIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE FEDERALIZACIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN DE SERVICIOS FORESTALES Y DE SUELO

Oficio SGPA-DGFDSFS- N° 1916 1441 /2001

México, D. F., a 10 de octubre de 2001.

ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YAÑEZ
Bahía de la Concepción N°. 937,
Col. Parques de Santa María,
Tlaquepaque, Jal.,

En atención a su solicitud de fecha 14 de agosto de 2001, y para dar cumplimiento a lo establecido en los Artículos 21 Fracción XVI, y 75 Fracciones VI y VII del Reglamento de la Ley Forestal vigente, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de septiembre de 1998, se le autoriza el monograma 790-JC para el uso de 3 (tres) martillos marcadores, con los cuales podrá desempeñar sus funciones, debiendo cumplir con las disposiciones de la citada legislación y de aquellas que emita la autoridad forestal.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL DIRECTOR GENERAL

M. en C. CUAUHTÉMOC GONZÁLEZ PACHECO

C.c.p. Biol. Raúl Arriaga Becerra.- Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental - Presente.
C. Norberto Alvarez Romo.- Delegado Federal de la SEMARNAT en Jalisco - Presente.
Lic. Javier Dueñas García - Delegado de la PROFEPA en Jalisco.- Presente.
M.C. Marcelo Zepeda Bautista.- Director de Aprovechamiento Forestal.- Presente.
Archivo de la DGFDSFS Vol. 5032

MZB/RRR/YSDS*

Tabla I.4. Nombre de los Participantes del DTU

COORDINADOR	COLABORADORES
Ing. José Luis Cornejo Yáñez	ING. SOFIA CORNEJO LEÓN Cedula Profesional en Tramite ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YÁÑEZ Cedula Profesional No 2636696 MC. LANDY CAROLINA OROZCO URIBE Cedula Profesional en Trámite MC. ERIK ADRIAN PEÑALOZA PADILLA Cedula Profesional en Trámite BIOL. JOSE JUAN VOND THADEN UGALDE Cedula Profesional No 08708266 ING. ERIK CORNEJO YÁÑEZ Cedula Profesional No 3114081 BIOL. ALEJANDRO CASTRO CÁSTRO Cedula Profesional No 8683359



CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

II.	Descripción del proyecto	3
II.1.	Información General del Proyecto	3
II.1.1.	Naturaleza del Proyecto	3
II.1.2.	Justificación del proyecto	4
II.1.3.	Justificación social	6
II.1.4.	Justificación económica	7
II.1.5.	Justificación ambiental	9
II.1.6.	Objetivo del Proyecto	10
II.1.7.	Criterios para la ubicación del proyecto	12
II.1.8.	Ubicación Física del proyecto	20
II.1.9.	Inversión requerida	26
II.2.	Características Particulares del Proyecto	33
II.2.1.	Programa de trabajo	43
II.2.2.	Representación gráfica regional	44
II.2.3.	Representación gráfica local	45
II.2.4.	Preparación del sitio y construcción	46
II.2.5.	Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del Suelo	59
II.2.6.	Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo	113
II.2.7.	Operación y Mantenimiento	130
II.2.8.	Residuos sólidos	134

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, que se encuentran localizadas en el municipio El Marqués, en el estado de Querétaro. El proyecto forma parte prioritaria de las obras de ampliación de la infraestructura eléctrica que la Comisión Federal de Electricidad desarrolla en el Estado de Querétaro. Considerando que la demanda supera actualmente a la capacidad instalada en el área, es necesario impulsar los presentes proyectos para garantizar el suministro de energía eléctrica a los centros de consumo actual y futuro del municipio El Marqués, en el estado de Querétaro.

La Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA**,** está localizada en el municipio de El Marqués, partiendo de la Subestación Eléctrica (SE) Conín al norte de la comunidad de El Carmen del municipio de El marqués y desplazándose en dirección noreste cruzando el Anillo Vial III Oriente, travesando el conjunto habitacional Real Solare, para posteriormente tomar dirección noroeste cruzando Prolongación Constituyentes Oriente, y pasando terreno forestales y pecuarios, hasta llegar y cruzar la carretera federal No 200 y proyectándose en dirección noreste a un costado del río Querétaro, de ahí se proyecta en dirección norte cruzando el río Querétaro y 2 cruces ferroviarias hasta entroncarse con la Línea de Transmisión de postes en operación denominada LT Campanario-ZIBATA donde concluye. (Mapa II.1).

Es importante señalar que los primeros 6,100.0 m de línea se utilizará el derecho de vía de la línea de transmisión (LT) denominada Conín-Centenario en operación (115 kV-1 C), la cual se cambiaran las estructuras de soporte y se instalarán torres de 2 circuitos a 230 kV, obra que en su momento no fue necesario tramitar permisos ambientales y tampoco de cambio de uso de suelo en terreno forestal, por lo que ahora se realizará la regulación de la misma, y porque se construirían 1,829.0 m de obra nueva.

El proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, consiste en la construcción Línea de Transmisión se ubica en su mayoría sobre terrenos particulares y ejidales con uso de suelo forestal, pecuaria, agrícola y derecho de vía de una carretera y se construirá a través de postes de acero troncocónicos.

A continuación, se presentan las características técnicas de la obra a construir, las cuales en su inicio de investigación fueron obtenidas del Programa de Obra de Inversión del Sector

Eléctrico (POISE), así como del Programa del Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).

Tabla II.1. Características del proyecto

Características	Línea de Transmisión (LT)
Capacidad de la línea (Voltaje)	115
Número de circuitos	2
Longitud de la línea	7.929 km
Ancho de derecho de vía	22 metros
Cable conductor (tipo)	ACRSR 795/AS
Estructuras de soporte (tipos) y cantidad	24 Estructuras de acero auto soportadas (IRD, 2410SMP, 2A41 y 2W41)
Número de fases	6 fases

II.1.2. Justificación técnica del proyecto

El proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, tiene por objeto proporcionar el servicio de energía eléctrica con la calidad y confiabilidad a los clientes actuales que se encuentran en el área de los municipios **El Marqués y Colón en el estado de Querétaro**, así como a los comercios y desarrollos rurales y urbanos potenciales que se puedan presentar en la región. Esta nueva instalación permitirá satisfacer la demanda esperada de energía eléctrica en las Redes Generales de Distribución (RGD), dado el alto crecimiento que se tiene pronosticado para el área centro del municipio El Marqués, Querétaro, con la instalación de nuevos desarrollos del tipo comercial y urbano, así como el aumento de demanda de los servicios existentes. Además, se reducirán las pérdidas de energía y mejorará la regulación de voltaje en los punto de entrega de los usuarios que en su mayoría son del tipo urbano y suburbano.

El proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA se clasifica como de Infraestructura Económica de acuerdo a los Lineamientos para la Planeación, Evaluación, Aprobación, Financiamiento y Seguimiento de los Proyectos y Programas de Inversión de la Comisión Federal de Electricidad, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Empresas Filiales y sus Reglas de Operación, aprobados por el Consejo de Administración de la CFE.

El proyecto es congruente con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo por atender las directrices relacionadas con la Meta 4 Un México Próspero que promueva el crecimiento

sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades, y se alinea con el objetivo 4.6. Abastecer de energía eléctrica al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva, atendiendo la estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

El Plan de Negocios de la CFE está en línea con el Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución (PAM-RGD) y define a la distribución como un negocio medular, con el enfoque de modernizar la infraestructura, reducir los costos y pérdidas para maximizar el valor de los activos. Asimismo, atenderá los lineamientos del Programa Sectorial de Energía relativos al Sector Eléctrico.

Como consecuencia de la saturación de los circuitos que alimentan esta área, las transferencias necesarias durante contingencias de cualquiera de estos elementos son prácticamente nulas afectando la confiabilidad de esta región.

Debido a que una optimización en las Redes Generales de Distribución (RGD) se considera aquella acción o modificación a las instalaciones que resulte en la mejora de los indicadores operativos para los criterios de Confiabilidad, Calidad de la Energía y Eficiencia, del área de influencia de estudio y sin que para ello implique realizar una inversión, se considera que para la Subestación Eléctrica (SE) CONIN se tienen circuitos de media tensión de gran longitud, así como la distancia entre subestaciones aledañas es considerable, por lo que se considera que no existen optimizaciones viables.

Con base en los términos de la estricta separación legal de la CFE publicado el 28 de diciembre de 2015, en la cual se definió las fronteras físicas de las empresas CFE Transmisión y CFE Distribución en lo concerniente a la infraestructura eléctrica de la Red Nacional de Transmisión (RNT) y las Redes Generales de Distribución (RGD) que pertenecen al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), este proyecto se desarrollara con inversión presupuestal de CFE Distribución.

La ejecución del proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, permitirá proporcionar el servicio de energía eléctrica con la calidad y confiabilidad a los clientes actuales y futuros del área de los municipios de Colón y El Marqués, estado de Querétaro, así como a los comercios y desarrollos rurales potenciales que se puedan presentar en la región. Esta infraestructura reducirá las pérdidas de energía y mejorará la regulación de voltaje en los punto de entrega de los usuarios que en su mayoría son del tipo comercial y rural. El proyecto presenta rentabilidad en su evaluación económica derivado principalmente al beneficio de demanda incremental.

II.1.3. Justificación social del proyecto

Actualmente, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporciona servicio de energía eléctrica a 38.4 millones de clientes, de los cuales cerca del 90% se agrupan en el sector doméstico, mientras que 58% de sus ventas se concentran en el sector industrial (alta y media tensión).

De acuerdo a las estimaciones de consumo y demanda máxima para el mediano y largo plazo dentro de la zona con potencial urbano del municipio de El Marqués, que implica la satisfacción con calidad, confiabilidad y estabilidad en el suministro de energía, a las áreas de crecimiento predominantemente industrial, se establece la factibilidad técnica del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA**.** La ubicación de este proyecto pretende ser al centro del municipio El Marqués, en el estado de Querétaro.

a) **Línea de Transmisión (LT):** Son redes eléctricas que se utilizan para el transporte de la energía eléctrica de las centrales generadoras a las redes generales de distribución. Recorren grandes distancias y transportan la energía eléctrica en niveles de tensión en un rango de 69 kV hasta 400 kV. Su función es la de distribuir la energía en las zonas rurales y urbanas (PRODESEN).

La construcción de la LT, se basa principalmente en 6 características principales:

1. Estimaciones de consumo y demanda máxima para el mediano y largo plazo para dimensionar y diseñar la expansión de la capacidad de los sistemas de generación y transmisión
2. Satisfacer con calidad, confiabilidad y estabilidad en el suministro de energía
3. Políticas públicas
4. Seguridad del suministro
5. Desarrollo sostenible y el
6. Cuidado del ambiente

Las obras concluidas, pasan a ser parte de la red de transmisión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a partir de su entrada en operación. Esta red se integra por líneas de transmisión, distribución y subestaciones eléctricas tanto reductoras y elevadoras. En ese contexto de planeación, el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es parte de las Actividades Previas, donde se analizan los aspectos sociales, ambientales y arqueológicos en base a los procedimientos e instrucciones de trabajo. Para la definición de la trayectoria o el sitio se procura impactar lo menos posible tanto en lo ambiental como en lo social. Ya seleccionada la trayectoria o sitio, se realizan las gestiones y estudios necesarios para obtener las autorizaciones correspondientes que permitan la construcción del proyecto.

II.1.4. Justificación económica del proyecto

La Comisión Federal de Electricidad a través de la Promovente tiene contemplado la construcción de proyecto denominado; Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, este proyecto ubicado en el municipio El Marqués en el estado de Querétaro. El proyecto a construirse tiene su entrada en operación en diciembre del 2027.

En cumplimiento al marco normativo en materia de evaluación de impacto social, señalado en la Ley del Sector Eléctrico, (LSE), y su reglamento, la promovente tiene encomendó como parte de las actividades previas de estos proyectos, el desarrollo de la "Manifestación de Impacto Social (MIS)" como requisito previo a la construcción de este proyecto. Este ejercicio de evaluación, al igual que todos los realizados para proyectos de transmisión y transformación está basado en tres documentos primordiales:

a) Procedimiento de Selección de Sitios y Trayectorias.
b) Disposiciones administrativas de carácter general sobre la Evaluación de Impacto Social en el sector energético.
c) Protocolo para la Comisión Federal de Electricidad sobre la Implementación de Consultas a Pueblos y Comunidades Indígenas en la Construcción de Proyectos de Transmisión y Transformación Eléctrica con base en Estándares Internacionales" que a su vez deriva del "Protocolo" para la realización de consultas a los pueblos y comunidades indígenas de conformidad con estándares del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

El primero aporta la factibilidad inicial del proyecto al analizar el diseño de la Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA. Mientras que los siguientes permiten establecer de manera teórica y operativa la relación que existe entre cada componente del entorno social y el proyecto en tres grandes rubros; socio-ambiental, socio-económico y socio-cultural, en este último se incluye en el análisis del proyecto respecto a la población indígena.

El proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, disminuirá la cantidad de fallas de la red distribución de electricidad, mejorará el nivel de voltaje de la zona de los municipios de **Colón y El Marqués**, disminuirá la longitud de los circuitos que alimentan las población implicadas, facilitando el restablecimiento en menor tiempo del servicio, así como se tendrá capacidad de atender nuevos servicios en media y baja tensión.

Por último, cabe mencionar que el presente estudio se apega a cada uno de los lineamientos que la Evaluación de Impacto Social requiere para fundamentar la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica, garantizando el beneficio que generará la construcción de este.

- **Alcance del Proyecto**

Comprende el diseño de ingeniería, construcción integral, suministro de todos los equipos y materiales, aseguramiento de la calidad, partes de repuesto y herramientas especiales, todas las pruebas y puestas en servicio, vehículos, sistemas de cómputo y equipo de comunicación necesarios para la supervisión y operación de la obra.

Objetivos del Proyecto

El objetivo primordial del proyecto en estudio es beneficiar la reducción de pérdidas técnicas anuales y mejorar la regulación de voltaje y la continuidad en el suministro de usuarios pertenecientes a los clientes actuales que se encuentran en el área centro del **municipio de El Marqués, Querétaro**, así como a los comercios, servicios y desarrollos rurales y urbanos potenciales que se puedan presentar en la región. Esta nueva instalación permitirá satisfacer la demanda esperada de energía eléctrica en las RGD, dado el alto crecimiento que se tiene pronosticado para el área de los municipios de Colón y El Marqués, del estado de Querétaro, con la instalación de nuevos desarrollos del tipo de servicios, comercios y rurales, así como el aumento de demanda de los servicios existentes. Además, se reducirán las pérdidas de energía y mejorará la regulación de voltaje en los punto de entrega de los usuarios que son del tipo rural.

Los objetivos del Proyecto son:

- Satisfacer la demanda de energía al menor costo para el Sistema Eléctrico Nacional;
- Reducir el costo de explotación;
- Reducir el índice de energía no suministrada a consumidores debido a fallas en el sistema;
- Liberar los recursos fiscales para inversión en otras áreas.

Objetivos específicos:

- Dar confiabilidad al suministro de energía eléctrica del Sistema;
- Construir infraestructura de alta capacidad eléctrica que permita transmitir un mayor flujo de energía y mejorar la red eléctrica del Sistema;

La fecha de entrada en operación necesaria es en 2027, de acuerdo al documento “Pronostico de Demanda por Subestaciones (PDS) 2018-2032”, mediante el cual se determina la necesidad de nuevos proyectos de subestaciones de distribución. De acuerdo a la instrucción de ejecución de este proyecto por parte de la Secretaría de Energía (SENER)

del 30 de agosto de 2018, la fecha factible es diciembre del 2027. Lo anterior considerando los tiempos necesarios para la gestión de autorización, recursos financieros, actividades previas, licitación, construcción y puesta en servicio.

Objetivos y resultados esperados

El objetivo principal es desarrollar la infraestructura necesaria en los Municipios de Colón y El Marqués para garantizar en el corto y mediano plazo, el suministro de energía eléctrica en el área de los municipios antes mencionados correspondiente al área de Distribución Molango tanto en estado normal como bajo contingencias sencillas, con la calidad, confiabilidad y seguridad requeridas, de acuerdo con los criterios de planificación.

Con la nueva infraestructura, se atenderán distintos objetivos del proceso de planeación como son: cumplir con el suministro de la demanda, preservar y mejorar la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

Con la entrada en operación del proyecto no se tendrán problemas de suministro y atención de la demanda incremental en los Municipios de Colón y El Marqués, Querétaro.

Análisis de la oferta y la demanda sin proyecto

El área de influencia de la subestación de distribución Conín. En el municipio El Marqués, perteneciente al Estado de Querétaro.

La subestación que se encuentra en el ámbito del área de influencia, Conín, suministra energía eléctrica a cargas de tipo residencial y comercial en el área centro sur del municipio El Marqués, presentándose la condición de máxima demanda en los meses de julio y agosto.

II.1.5. Justificación ambiental del proyecto

De manera preliminar, se realizó un análisis de los factores ambientales relevantes y de los instrumentos de planeación urbana en la zona donde se localiza el proyecto, a fin de determinar su compatibilidad con los instrumentos legales aplicables que regulan el aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de suelo, lo cual proporcionó el principal elemento de juicio para la toma de decisiones en la selección del sitio. El área donde se instalará el proyecto actualmente tiene uso forestal, agrícola, pecuario, urbano y zonas federales y estatales de cruces de carreteras y vías férreas.

Criterios ambientales considerados para seleccionar el sitio del Proyecto:

- Evitar áreas naturales protegidas y con alto valor ambiental.
- Evitar afectaciones a comunidades indígenas y sitios arqueológicos o de valor histórico

- Privilegiar la instalación en terrenos de uso de suelo industrial o agrícola.
- Evitar la modificación de escorrentías, cauces o cuerpos de agua.

Criterios técnicos considerados para seleccionar el sitio del Proyecto:

- Compatibilidad con el uso de suelo.
- Cercanía de una subestación eléctrica y los equipos e instalaciones necesarios para transformar y transmitir la energía generada por los motogeneradores de combustión interna.
- Cercanía de gasoducto para el suministro de combustible.
- Existencia de carreteras o caminos principales que faciliten el acceso al proyecto y a las futuras instalaciones.
- Área disponible, de baja pendiente, y con las condiciones requeridas para el montaje de los MCI.

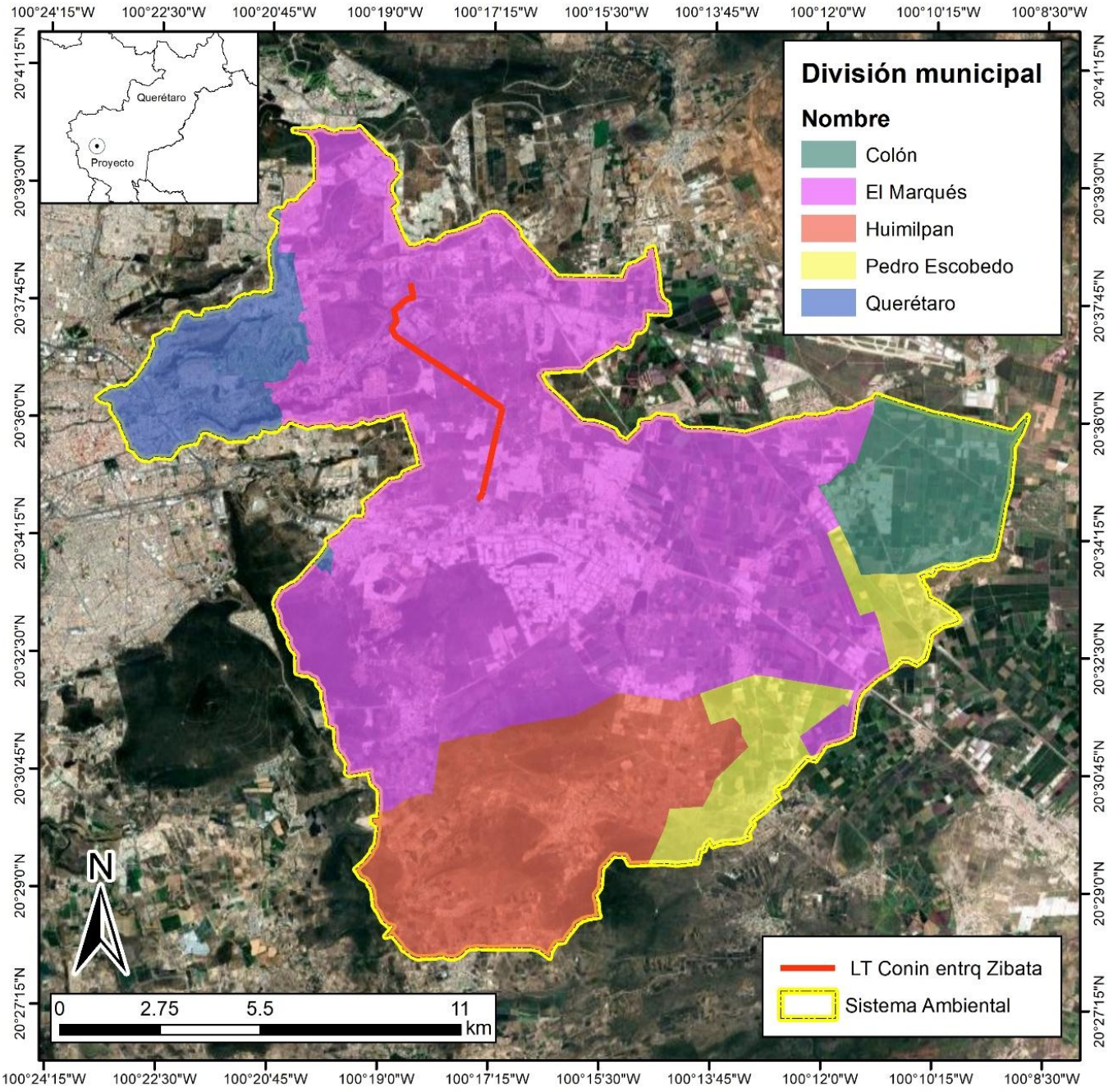
II.1.6. Objetivo del Proyecto

Para respaldar el Sistema Eléctrico del centro oriente de México y contribuir en satisfacer la demanda de energía eléctrica pronosticada para el sistema, evitando una condición de racionamiento principalmente durante el verano y mantener los márgenes de reserva regional en niveles adecuados que cumplan con los estándares definidos para el Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los estudios realizados por el CENACE sobre el crecimiento de la demanda y de requerimiento de capacidad en los que se basa el pronóstico anual de mercado eléctrico del PRODESEN 2020-2034. (SENER, 2021)

Con el desarrollo de este proyecto se cumplen los siguientes objetivos:

1. Satisfacer el crecimiento de la demanda del polo de desarrollo
2. Contar con la capacidad de reserva para atender las contingencias que se presenten en el área de estudio durante la época de verano principalmente, además del aumento de carga que se tendrá con el tiempo de los usuarios presentes y futuros
3. Incrementar la capacidad y calidad en el suministro eléctrico para atender el crecimiento de la demanda eléctrica en la región.
4. Contar con un nivel de regulación de la tensión del en los circuitos de alta tensión que atienden el área de estudio.
5. Satisfacer la demanda futura de energía eléctrica del municipio El Marqués en el estado de Querétaro.
6. Reducir las pérdidas técnicas en circuitos de alta tensión durante la demanda máxima menor.

7. Generar infraestructura eléctrica adecuada para extender la red eléctrica principal del área de control del país, especialmente en el estado de Querétaro.
8. Fortalecer el suministro y operación económica del Sistema Eléctrico Nacional.



Mapa II.1. Ubicación municipal de la obra en proyecto.

II.1.7. Criterios para la ubicación del proyecto

Para la selección de la ubicación del proyecto, se identificaron y analizaron las ventajas y desventajas de cada una de las 2 alternativas preliminares propuestas, considerando y aplicando los criterios que se establecen a continuación:

Los criterios técnicos establecidos para definir la viabilidad del proyecto fueron los siguientes:

La CFE cuenta con metodología y procedimientos específicos para la evaluación de trayectorias propuestas para la construcción de Línea de Transmisión. Mediante la aplicación de dicho procedimiento, se evaluaron las posibles alternativas del sitio mediante la utilización de matrices ponderadas en las cuales se asignó un valor a los diferentes criterios considerados, mientras mayor fuera el resultado de la sumatoria de los valores de los criterios permitió sopesar cual alternativa representaba la mejor opción.

Criterios técnicos

a) Longitud de la líneas de interconexión asociadas: En el desarrollo de cualquier proyecto puntual de una subestación eléctrica se debe tomar en cuenta las líneas de transmisión, subtransmisión o distribución entre dos subestaciones eléctricas se buscará siempre tener el trazo más recto posible, cuya menor longitud evita pérdidas de potencia eléctrica en el recorrido.
b) Vías de comunicación: Se buscan las zonas con mayor incidencia de caminos de acceso lo que facilita el proceso constructivo y posteriormente el mantenimiento de la línea de transmisión.

Criterios ambientales

a) Menor afectación posible a los medios físico y biológico: Se consideran particularmente sensibles tipos de vegetación y especies de flora y fauna protegidas por la legislación ambiental vigente.
b) Menor interferencia a otras estructuras de vías de comunicación y transmisión: Se considera el menor número de cruces posibles.
c) Cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al proyecto.

Sociales y económicos

- Menor afectación posible de poblaciones y construcciones: Se busca realizar la menor afectación a terrenos, construcciones y otras instalaciones para que el proceso de indemnización que sea más ágil y económico.
- Menor afectación posible al patrimonio histórico y arqueológico: Se integran todos los datos arqueológicos existentes (catálogo arqueológico) en el espacio afectado por la obra y su zona de estudio.
- Menor afectación al patrimonio biótico, especialmente aquellas zonas que han sido decretadas como Áreas Naturales Protegidas.

Los criterios considerados en esta evaluación se relacionan en la tabla II.2. Algunos de estos criterios son de carácter restrictivo, por lo que, si el valor asignado en la evaluación es igual a cero, significa que el proyecto no resulta factible de llevarse a efecto. El análisis de los criterios de evaluación de alternativas se incluye en la tabla II.3.

Tabla II.2. Criterios considerados para la evaluación de alternativas.

CRITERIOS			
Técnicos	**Económicos**	**Ambientales**	**Sociales**
Topografía del terreno	Costo estimado inversión física	Factibilidad de obtención de la autorización en materia de impacto ambiental	Distancia existente con asentamientos irregulares y grupos con intereses
Hidrología local	Costo estimado actividades previas	Factibilidad de obtención de la autorización en materia forestal	Número de predios por alternativa de sitio
Longitud del Camino de Acceso		Evitar afectación de áreas naturales protegidas.	Tenencia de la tierra
Superficies libres de infraestructura		Afectación paisajística (capacidad de absorción visual)	Disposición de los propietarios y posesionarios a la compra - venta de predio para la subestación
Área resultante del proyecto.		Ordenamiento Territorial	
Tipo de suelo		Uso del suelo	

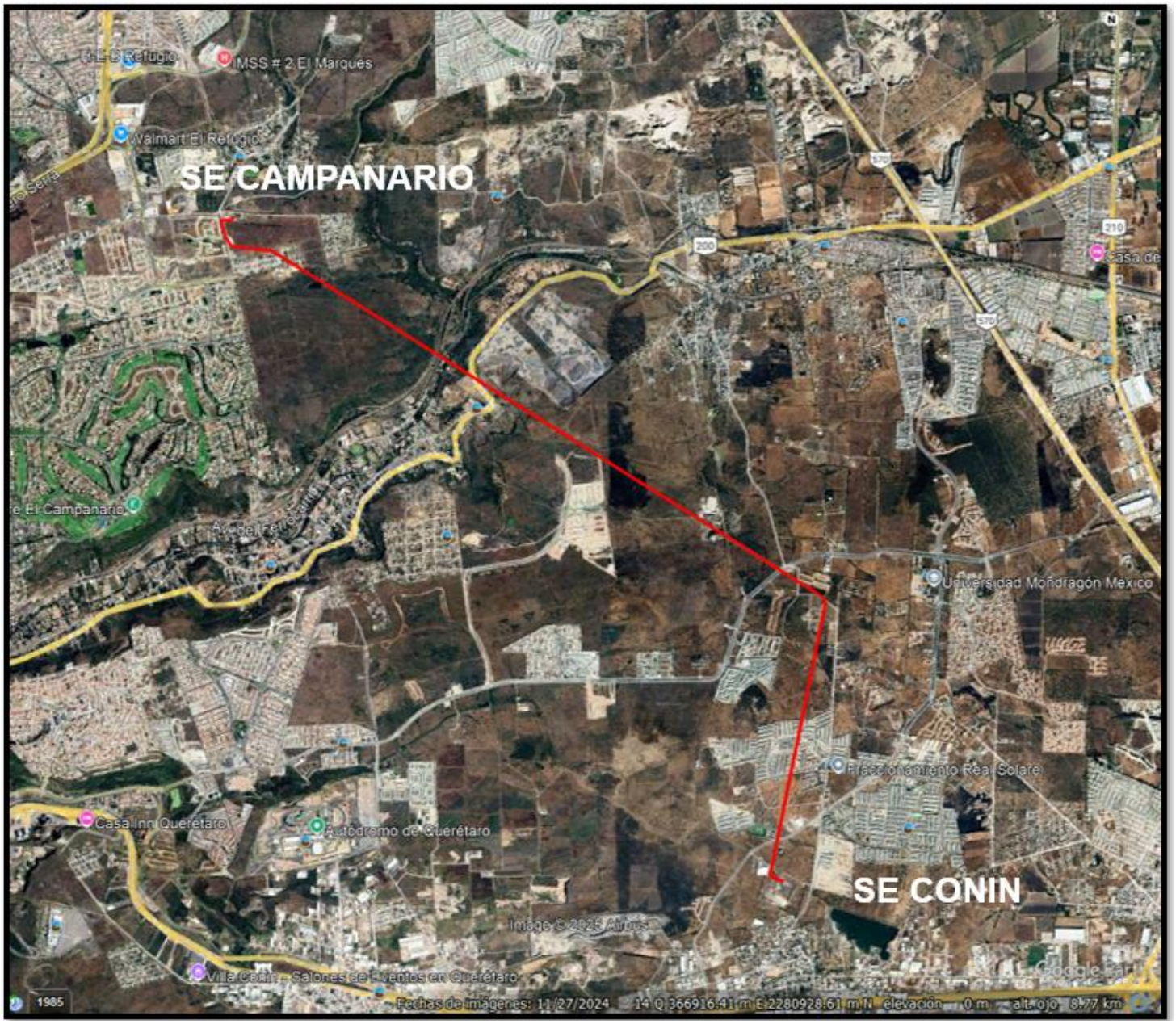


Figura II.1. Localización de la alternativa 1 del proyecto en estudio.

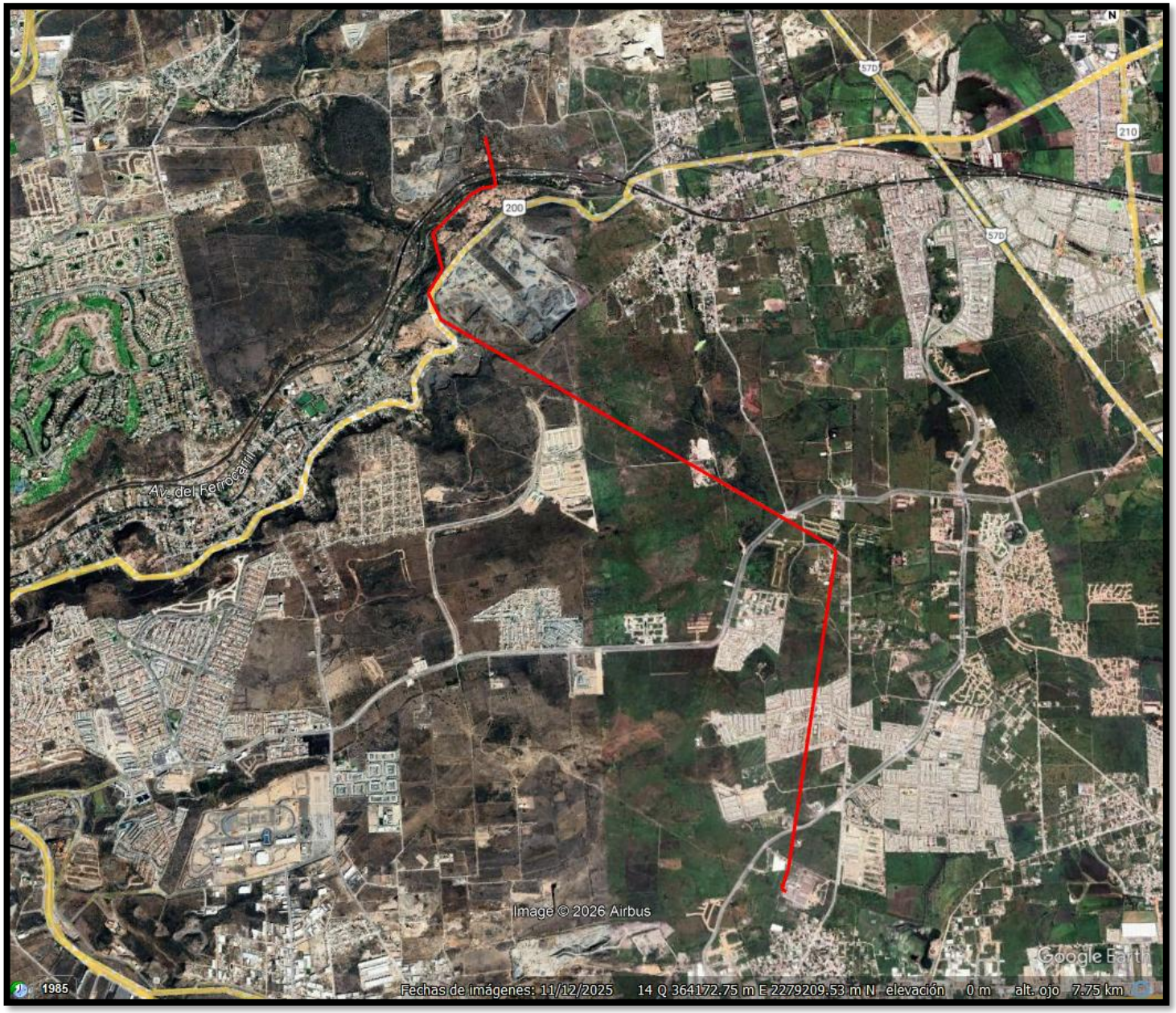


Figura II.2. Localización de la alternativa 2 del proyecto en estudio.

Dado que los aspectos restrictivos determinan disminución de la puntuación asignada, la alternativa más viable es la que presenta el valor ponderado más alto. En este caso, aun cuando no existen diferencias significativas entre las trayectorias alternativas de ubicación de la Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, es la Alternativa No 2 la que resulto con el valor más alto.

Tabla II.3. Análisis de alternativas de ubicación del proyecto.

Criterios	Valor Ponderado	Alternativa		Observaciones
		1	2	
TÉCNICOS				
Topografía del terreno	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Hidrología local	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Longitud del Camino de Acceso	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Superficie libre de infraestructura	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Longitud resultante de obras.	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Tipo de suelo	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
Obras Asociadas	3	3	3	No existen diferencias relevantes entre las alternativas
ECONÓMICOS				
Costo estimado inversión física	8	6	8	No hay diferencias significativas en el monto de inversión física, ya que las dos alternativas tienen una superficie igual, sin embargo, con la construcción de la obra para interconectar la red de alta tensión más próxima se elevaría los costos de la alternativa 1.
Costo estimado actividades previas	7	5	7	No existe una diferencia significativa, dado que las dos alternativas se ubican en la misma zona, con costo similar de indemnizaciones, idéntica necesidad de gestión de autorizaciones ambientales y forestales, así como similares requerimientos de medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales, ya que ambas alternativas se encuentran con vegetación forestal, sin embargo, con la construcción de la obra para interconectar la red de media tensión más próxima se

Criterios	Valor Ponderado	Alternativa		Observaciones
		1	2	
				elevaría los costos de la alternativa 1, ya que se requiere una línea de alta tensión nueva de 8.88 km lineales la cual cruzaría por predios particulares los cuales deben ser indemnizados, además de pagar daños de los mismos de afectación por la construcción de la obra, por el contrario con la alternativa 2 la interconexión a la red de alta tensión se encuentra más cercas del predio y solamente afectara el cruce del derecho de vía de la carretera federal No 200 y ocupación marginal de la misma, la cual ya se cuenta con dicho permiso.
AMBIENTALES				
Factibilidad de obtención de la autorización en materia de impacto ambiental	10	8	10	Se identifica la existencia de ordenamientos territoriales y/o unidades de gestión ambiental que involucran criterios restrictivos para la construcción de la obra en estudio. Sin embargo, como ya se mencionó en el caso de la alternativa 1, al requerir una obra de interconexión de 8.88 km se requerirá a obtener los permisos en materia ambiental y forestal lo que de complicaría más el proyecto ya que se ubicaría sobre zonas forestales de predios particulares.
Factibilidad de obtención de la autorización en materia forestal	10	8	10	No existen diferencias relevantes entre las alternativas ocuparían superficies similares de terrenos con vegetación forestal y el mismo tipo de vegetación. Sin embargo, como ya se mencionó en el caso de la alternativa 1, al requerir una obra de interconexión de 8.88 km se requerirá a obtener los permisos en materia ambiental y forestal lo que de complicaría más el proyecto ya que se ubicaría sobre zonas forestales de predios particulares.

Criterios	Valor Ponderado	Alternativa		Observaciones
		1	2	
Ubicación dentro de áreas naturales protegidas.	9	1	1	El proyecto en ambas alternativas no se afectará áreas naturales protegidas federales, estatales o municipales.
Afectación paisajística (capacidad de absorción visual)	3	3	3	Aún, y cuando las dos alternativas se ubican cercas de poblados, desde el punto de vista paisajístico y considerando los puntos de observación factibles las alternativas involucran dos cruces aéreos adicional de una carretera federal No 200, lo que aumenta el número de posibles espectadores.
Ordenamiento Territorial	10	10	10	La alternativa 1 y 2 se ubican en unidades de gestión ambiental (UGA) con políticas de (Urbana, Aprovechamiento sustentable y Conservación) de igual manera del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, ambas permiten el cambio de uso de suelo en terreno forestal y es compatible el proyecto con los criterios ecológicos establecidos.
SOCIALES				
Distancia existente con asentamientos irregulares y grupos con intereses	5	5	5	No existen asentamientos irregulares en la zona donde se ubican las alternativas en estudio
Número de predios por alternativa de sitio	5	4	5	El número de predios es idéntico para las alternativas (1) la diferencia es que la alternativa 1 y la alternativa 2 son similares el número de afectados; sin embargo, como ya se mencionó en el caso de la alternativa 1, al requerir una obra de interconexión de 8.88 km se requerirá a obtener los permisos en materia ambiental y forestal de más predios, lo que de complicaría más el proyecto ya que se ubicaría sobre zonas forestales de predios particulares.

Criterios	Valor Ponderado	Alternativa		Observaciones
		1	2	
Tenencia de la tierra	5	4	5	El número de predios es idéntico para las alternativas (1) la diferencia es que la alternativa 1 y la alternativa 2 son similares el número de afectados; sin embargo, como ya se mencionó en el caso de la alternativa 1, al requerir una obra de interconexión de 8.88 km se requerirá a obtener los permisos en materia ambiental y forestal de más predios, lo que de complicaría más el proyecto ya que se ubicaría sobre zonas forestales de predios particulares.
Disposición de los propietarios y posesionarios a la compra - venta de predio para la subestación y conformidad	10	5	10	La diferencia es que la alternativa 1 y 2 es la misma la SE Conín se ubica en un predio ya propiedad de CFE
TOTAL	**100**	**80**	**92**	

Con base en este último comparativo, se considera que la mejor opción para el establecimiento de la obra es la alternativa número 2.

II.1.8. Ubicación física del proyecto

El sitio o área de influencia de la obra donde se realizará la **"**Línea de Transmisión denominada (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA**"** (115 kV – 2C) está localizada en el municipio de El Marqués, partiendo de la Subestación Eléctrica (SE) Conín al norte de la comunidad de El Carmen del municipio de El marqués y desplazándose en dirección noreste cruzando el Anillo Vial III Oriente, travesando el conjunto habitacional Real Solare, para posteriormente tomar dirección noroeste cruzando Prolongación Constituyentes Oriente, y pasando terreno forestales y pecuarios, hasta llegar y cruzar la carretera federal No 200 y proyectándose en dirección noreste a un costado del río Querétaro, de ahí se proyecta en dirección norte cruzando el río Querétaro y 2 cruces ferroviarias hasta entroncarse con la Línea de Transmisión de postes en operación denominada LT Campanario-ZIBATA donde concluye. Todo dentro del municipio de El Marqués en el estado de Querétaro.

La ocupación total de superficie del proyecto será de 17.5413 ha, el cual se desarrollará dentro del municipio en mención, la construcción se prevé realizar dentro de un área en la que reduzca al máximo el riego de impacto social en el contexto de la población inmersa.

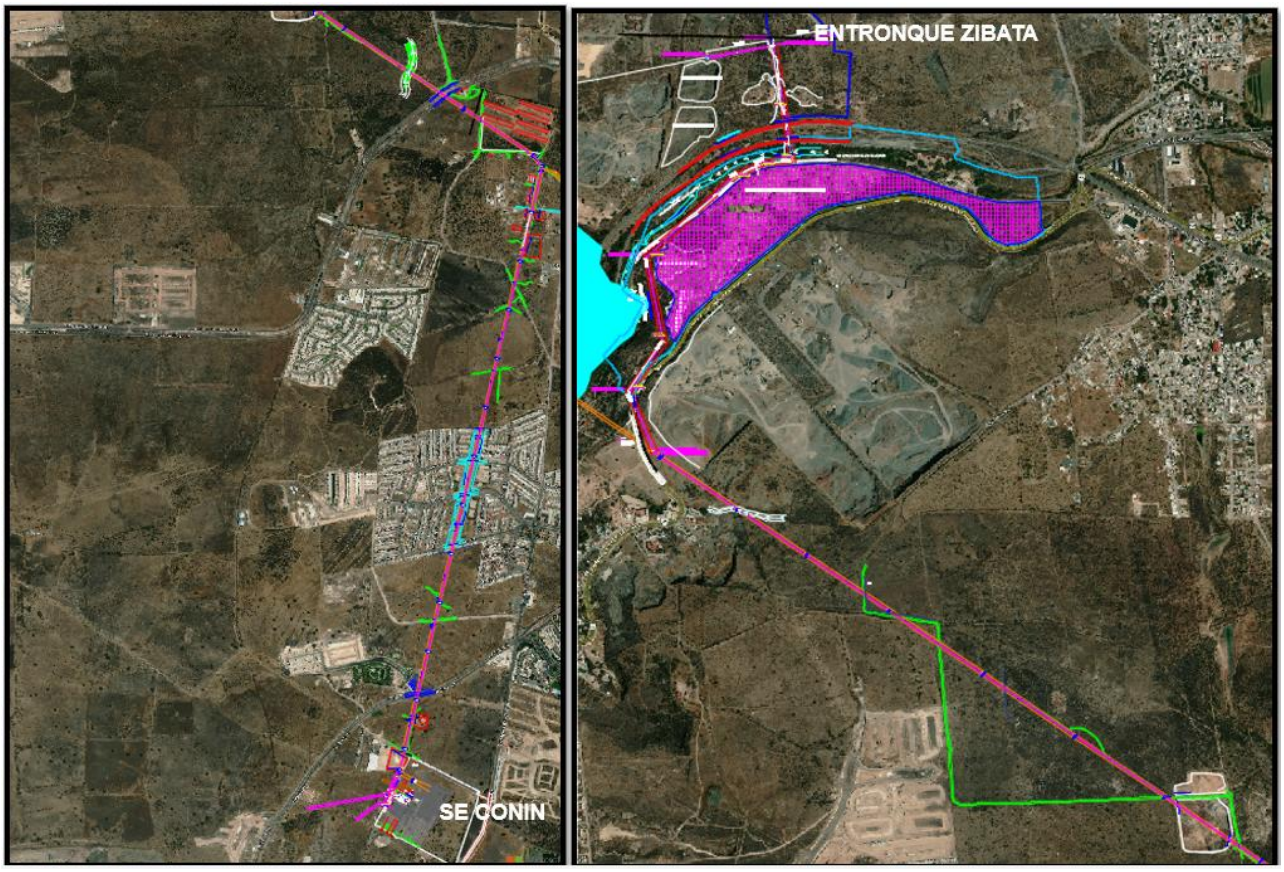
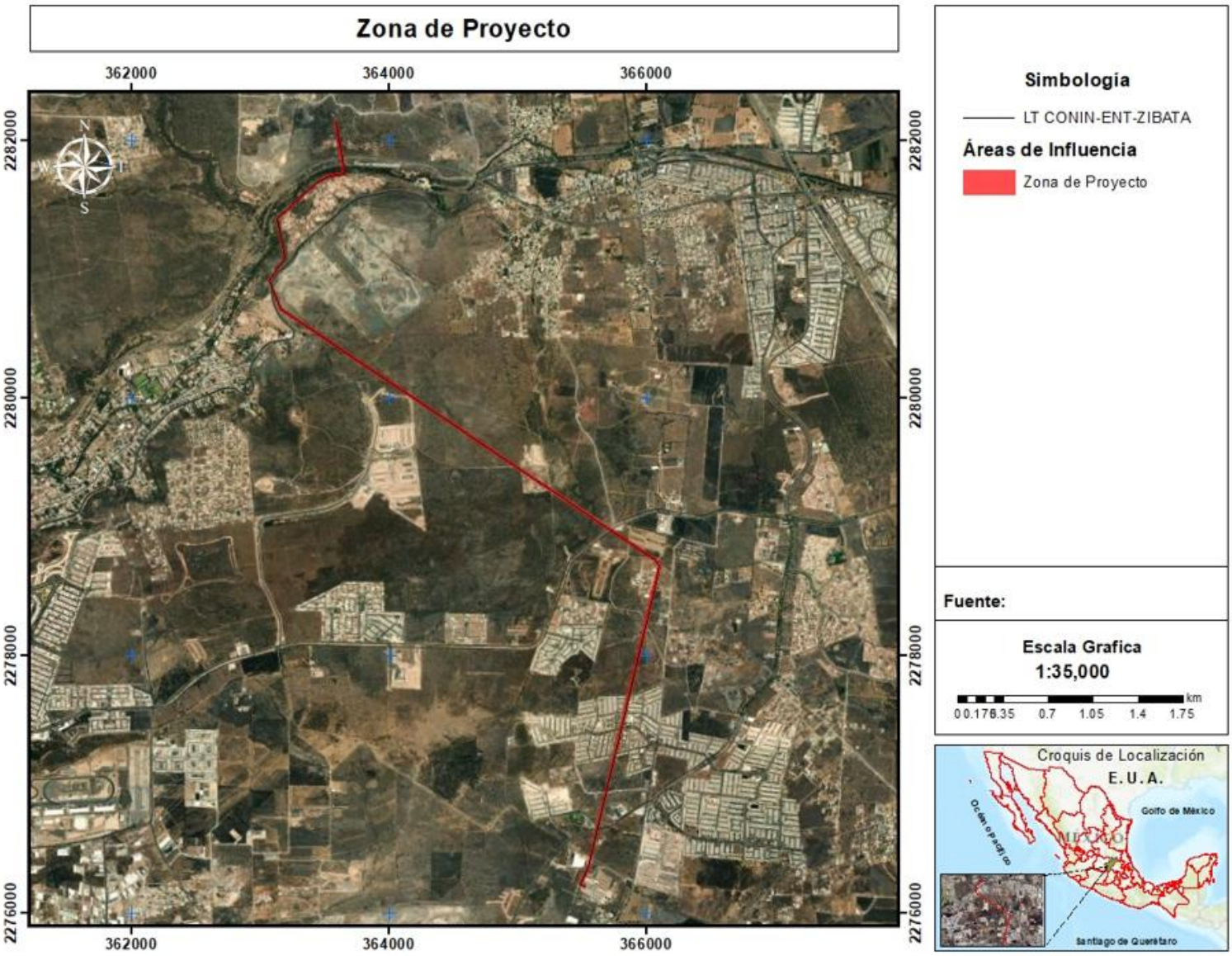
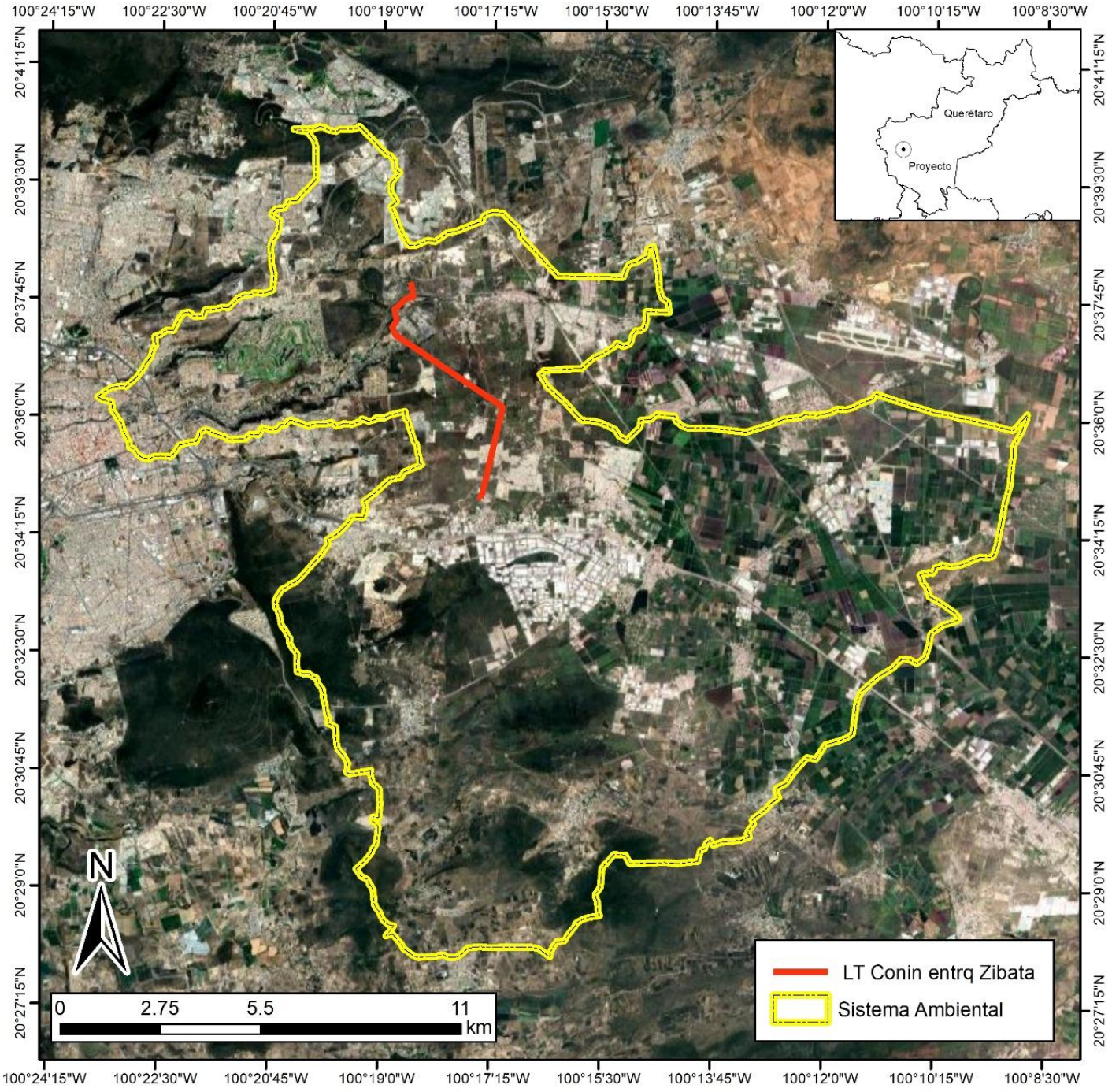


Figura II.3. Plano de ubicación del proyecto en estudio



Mapa II.2. Detalle del proyecto en estudio.

Este proyecto fue evaluado técnica y económicamente considerando su vida útil aproximada de 50 años. La totalidad de la obra que integra este proyecto se ubican en el municipio de El Marqués del estado de Querétaro.



Mapa II.3. Ubicación geográfica del área de influencia que será la unidad de análisis en los capítulos posteriores, (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental regional (SAR)), (INEGI, 2010).

II.1.8.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El diagnóstico y análisis de los datos estadísticos de la política sectorial en materia de crecimiento económico que se presentaron en las anteriores infografías del municipio de El Marqués, muestran en primera instancia, el desarrollo de las actividades económicas por sectores. Demuestran la importancia de implementar planes y programas que procuren el bienestar económico del municipio.

De acuerdo con el Censo de Población 2020, El Marqués cuenta con 231,668 habitantes de los cuales 50.2 % son mujeres y el 49.8 % son hombres. Los habitantes de El Marqués representan el 9.8 % de la población total de Querétaro en el 2020.

En el municipio de El Marqués asisten a la escuela 57,338 personas de 5 años y más. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 10.6 años y, de este rango de edad, el 96.6% son alfabetas. En El Marqués, el porcentaje de la población de 3 años y más que asiste a la escuela es del 27.82 %. Acumulando un porcentaje de 72.09 % de la población de 3 años y más que no asiste a la escuela.

De acuerdo con las últimas cifras del Censo de Población 2020, en El Marqués 7.9 de cada diez habitantes están afiliadas a algún servicio de salud pública o privada. Su población derechohabiente está afiliada principalmente al IMSS (70.1%), Seguro Popular (22.2%), Instituciones de servicios médicos privados (6.5%), ISSSTE (3.5%), y el resto a otras instituciones.

En El Marqués hay un total de 67,957 viviendas habitadas y representan el 10.2%.

En relación con el empleo y ocupación, el municipio El Marqués tiene un porcentaje de población de 12 años y más económicamente activa del 69.4 % del cual 41.6% es representado por la población femenina y el 58.4 % por la población masculina.

Las unidades económicas de ambos municipios se dedican principalmente a actividades vinculadas a las actividades secundarias: siendo la principal la de industrias manufactureras.

En cuanto a la agricultura, se encuentran registrados en el municipio El Marqués los productores beneficiados por el PROCAMPO fueron de 1,677, el municipio no tiene producción forestal maderable.

Del total de la superficie del entorno municipal de El Marqués, que comprende aproximadamente 78,771 hectáreas, el 96.96% se dedica a actividades agrícolas y ganaderas principalmente. Cabe referir, que el municipio de El Marqués está considerado como el de mayor potencial productivo en materia de agricultura y ganadería comparativamente con otros municipios del estado.

En el Marqués hay 828 unidades económicas de este sector registradas con un total de remuneraciones de 94.900 (millones de pesos).

En El Marqués se contabilizaron 1,570 unidades económicas con un total de remuneraciones de 2,172.552 (millones de pesos) y una producción bruta total de 33,606.941 (millones de pesos).

Del sector de industrias manufactureras que fue en el que más población se ocupa. En El Marqués, hay 286 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 1,771.199 (millones de pesos) y una producción bruta.

Respecto a la minería, El Marqués cuenta con 41 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 4.066 (millones de pesos) y una producción bruta total de 25.691 (millones de pesos).

Los servicios privados no financieros en El Marqués el total de remuneraciones de este sector es de 85.191 (millones de pesos) y una producción bruta total de 498.063 (millones de pesos).

Por último, el sector de transportes registró en El Marqués se registraron 22 unidades económicas, un total de remuneraciones de 206.729 (millones de pesos) y una producción bruta total de 1,128.931 (millones de pesos). Registrando 56,527 vehículos de motor en el municipio.

En el 2020 el municipio presentó el 34 % de su población en condiciones de pobreza (pobreza, pobreza extrema y pobreza moderada), en términos de cantidad de personas fueron 70,811 (en el 2010 fue el 48.7 %, que correspondía a 57,319 personas, en 2015 fue el 29.8 %, que representó 47,710 personas).

En el 2020, con base en el Informe de Desarrollo Humano Municipal, el índice de Desarrollo Humano (IDH) promedio de los municipios de Querétaro es igual a 0.781, clasificado como alto, y es el décimo segundo del país. En el estado, el promedio municipal del Índice de Salud es el más alto (0.899), le siguen Ingreso (0.796) y Educación (0.666). Siendo la mayor brecha la educativa. El municipio de El Marqués ascendió de categoría de desarrollo humano con respecto al 2020, de Medio a Alto.

Las principales amenazas a su estabilidad son la fragmentación del hábitat causada por el cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero, vías de comunicación y desarrollo urbano, la actividad ganadera ha llevado a cabo la introducción diversos pastos exóticos, principalmente de origen africano y asiático los cuales son utilizados en los sitios de alimentación del ganado. Resulta importante considerar que el estado actual de la biodiversidad y de los ecosistemas del espacio geográfico manifiesta un impacto bajo de

origen antropogénico, siendo principalmente la actividad agropecuaria acumulada a lo largo de varios años, lo cual concuerda con la tendencia registrada para nuestro país. La actividad humana se manifiesta como el factor principal en el desarrollo de esta tendencia de cambio, pero enmascara la complejidad real de muchos de los procesos conducentes al deterioro ambiental, los cuales van desde el interés propio de un individuo o de un grupo de individuos de sobreexplotar algunos recursos (bosques, suelo, agua), hasta el cambio de uso de suelo para actividades ilícitas, lo cual es característico en esta región del país.

Se estima que laboren en el proyecto un total de 70 personas por un período de 18 meses. La contratación a cargo de contratistas privados, preferentemente se cubrirá con habitantes de los poblados cercanos al proyecto, quienes serán los que desarrollen los trabajos físicos que comprende el mismo, (tabla II.4).

El tiempo de trabajo es un turno de ocho horas diarias (8:00 a 16:00 h) en cada una de las actividades que comprende la construcción del proyecto. Por lo anterior, se considera que los servicios con los que dispone la localidad más cercana al proyecto (El Marqués), son suficientes para cubrir las necesidades de las personas que se contraten para el desarrollo del mismo.

Tabla II.4. Personal que se estima contratar para la construcción del proyecto.

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia de mano de obra		Tipo de empleo		Tiempo del empleo (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	4	9	9	4	60
	No calificada	14	5	14	5	
Construcción: obra civil y electromecánica	Calificada	5	22	23	4	180
	No calificada	22	67	90	5	
Operación y mantenimiento	Calificada	1	13	4	13	Vida útil del proyecto
	No calificada	1	1	1	1	
Total	Calificada	10	44	36	21	
	No calificada	37	73	105	11	

II.1.9. Inversión requerida

II.1.9.1. Inversión

Considerando el costo de las actividades previas a la construcción del proyecto (gestoría, adquisición del terreno, autorizaciones ambientales, etc.) así como el monto de inversión física el costo estimado para su realización asciende a $ **206,760,000.00** (doscientos seis millones setecientos sesenta mil pesos 00/100 M.N.).

ACTIVIDADES	MONTO EN PESOS M.N.
EQUIPAMIENTO Y MANO DE OBRA	43,000,000.00
INSUMOS Y SERVICIOS	156,180,000.00
ASPECTOS AMBIENTALES	7, 580,000.00
TOTAL	**206,760,00.00**

II.1.9.2. Costo del plan de manejo ambiental

Fase de diseño

Los costos son inherentes al promovente del proyecto e incluye la supervisión, elaboración de los términos de referencia y las actividades de operación y actualización.

En esta fase se incluye también la fase de verificación de campo por parte del promovente, cuyo objetivo principal es supervisar que el plan de manejo ambiental que se propone en el presente documento técnico unificado, sea ejecutado conforme a lo comprometido.

A) Fase de construcción

Costo de las medidas de mitigación

a) Rescate de flora

El rescate de flora se realizará principalmente de aquellas especies que se localicen en la zona del proyecto en estudio. Se rescatarán especialmente las especies de cactáceas. El costo estimado por el manejo de cada individuo vegetal a utilizar por el concepto de rescate en la zona del predio será de $ **430,230.00** pesos, considerando un total de **10911** plantas a rescatar.

Por lo anterior, aunado a otros conceptos, se estima que el costo total por las acciones de rescate será de **$ 430,230.0** (cuatrocientos treinta mil doscientos treinta pesos 00/100 M.N.).

En la **Tabla II.5** se presentan los conceptos en los que se divide el costo total de la actividad de rescate de flora.

Tabla II.5. Costo total de la rescate de flora por concepto

Concepto	Costo unitario	Unidades	Costo total
Trasplante	$30.00	10911 ind	327,330.00
Fertilizante orgánico	$3,750.00	2 ha	7,500.00
Mano de obra	$350.00	180 jorn	63,000.00
Transporte	$180.00	180 jorn	32,400.00
Total			**430,230.00**

B) Camión cisterna

De ser el caso y con el fin de evitar o disminuir la suspensión de partículas de polvo durante la construcción, se utilizará riego de estabilización con agua en un periodo máximo de un mes.

Se estima que el costo de riego de estabilización es el que se presenta a continuación, (tabla II.6):

Tabla II.6. Costo por concepto para la humectación de suelo

CANTIDAD		COSTO	
Riegos	90	El costo incluye un camión cisterna, equipado con agua, un operador y un ayudante	$ 3,000.00
Total de días	90		
		Costo total	**$270,000.00**

c) Costo del plan de capacitación técnico – ambiental

Con el objeto de capacitar y concientizar al personal sobre el cuidado y la protección de los recursos naturales, se estima realizar pláticas de educación ambiental. Para lo anterior, la técnica empleada básica por el instructor ambiental será de exposición directa tipo conferencia. El costo estimado para ello se presenta en la tabla II.7.

Tabla II.7. Costo estimado por concepto de exposición para educación ambiental

CANTIDAD		COSTO	
Periodo (horas/mes)	8	El costo incluye los honorarios del instructor (pesos mexicanos/hora)	$ 2500.00
Duración (meses)	18		
Total de horas	**144**	**Costo total**	**$ 360,000.00**

d) Capacitación informal de personal mediante rótulos en áreas puntuales de movimiento de personal

Con el fin de complementar las actividades de capacitación ambiental, especialmente para las personas externas al desarrollo del proyecto, se plantea colocar rótulos destinados al cuidado y protección de los recursos naturales. Para ello se estima que el costo total será de $ 9000.00 (tabla II.8).

Tabla II.8. Costo estimado para la capacitación informal

CANTIDAD		COSTO	
Rótulos	6	Costo por unidad	$ 2500.00
		Costo total	**$ 15,000.00**

B) Fase de construcción, operación y mantenimiento

II.1.9.3. Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

a) Mantenimiento

En la **tabla II.9** se presentan los costos estimados para un frente de trabajo por semana por el concepto del mantenimiento.

Tabla II.9. Costos estimados por concepto para la limpieza.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO ($/DÍA)	COSTO TOTAL
Jornales por frente de trabajo	4	Salario de empleado (350)	$ 1400.00
Chofer por frente de trabajo	1	Salario del chofer (380)	$ 380
Vehículo por frente de trabajo	1	Combustible (200 día)	$ 200.00
Superficie total (ha)	1.0		
Días	2 /Semana		
Frente	1	**Costo total**	**$ 1,980.00**

El mantenimiento se llevará a cabo una vez que la obra concluya y que entre en operación el proyecto.

b) Costo del plan de seguimiento o vigilancia ambiental

El seguimiento ambiental estará bajo la responsabilidad de un biólogo o profesional de las ciencias ambientales con experiencia en manejo ambiental y ecología. Este será contratado por el promovente. El costo estimado para ejecutar este Plan se presenta en la tabla II.10 y II.11.

Tabla II.10. Costo estimado de personal responsable de supervisar ambientalmente el proyecto.

Concepto	Cantidad	Costo unitario ($/mes)	Costo total
Biólogo	1	$ 15,000.00	270,000.00
Periodo	18 meses	-	**270,000.00**

Tabla II.11. Costo estimado de las principales actividades que se realizarán como parte de programa de seguimiento ambiental.

Medida de mitigación	Costo ($)
PROGRAMAS	
Programa de protección y conservación de la flora silvestre Este programa se propone como una medida de prevención y mitigación al impacto que podría ocurrir en la vegetación, especialmente a las especies con estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos ejemplares que por sus características morfológicas excepcionales representen un valor ecológico y/o cultural importante.	La estimación de los costos de las actividades de rescate se realizó de acuerdo a experiencias y referencias de información con que se cuenta de trabajos anteriores de la Comisión Federal de Electricidad. Tomando como referencia que los prestadores de servicio cobran aproximadamente $120,000 por hectárea o $ 30.00 por individuo a rescatar, y que se presume que se rescatarán un total de 10911 individuos, el costo por esta actividad será de $**430,230.0** (cuatrocientos treinta mil doscientos treinta pesos 00/100 M.N.).

Medida de mitigación	Costo ($)
Programa para la conservación de especies faunísticas Este programa se propone como una medida de prevención y mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se podrían ocasionar sobre la fauna silvestre, en especial para aquellas especies con estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- 2010.	La estimación de los costos de las actividades de rescate se realizó de acuerdo a experiencias y referencias de información con que se cuenta de trabajos anteriores de la promovente. Tomando como referencia que los prestadores de servicio cobran aproximadamente $35,000 por hectárea y que el cambio de uso de suelo será de 4.9302 ha, se estima que el costo por esta actividad será de $ 172,557.00 pesos/MN**.**
EN MATERIA DE SUELO	
Se retirarán de las áreas de trabajo los sobrantes de los materiales, cuya disposición final se realizará en los sitios que designen las autoridades competentes.	Se estima que el pago por disposición en Relleno Sanitario Municipal será de $ 38,000.00
EN MATERIA DE AGUA	
Adquirir el agua que se utilizará para la ejecución de los trabajos en los sistemas de agua municipal.	Esta incluido dentro del costo del contrato
EN MATERIA DE RESIDUOS SANITARIOS	
Se impartirán pláticas de concienciación al personal que labore en la construcción del proyecto a fin de que se conozcan y ejecuten los procedimientos sanitarios y de evitar la defecación al aire libre. En la zona del proyecto se dispondrá con la instalación de 1 (uno) sanitario móvil por cada 15 trabajadores, siendo estos para uso obligatorio del personal que labore en la construcción.	Instalación de 5 letrinas móviles (Mensual) 3,500 c/u mensual Total: $ 17,500.00
Se mantendrá un estricto control de los residuos sanitarios en todas las etapas del proyecto contratando un prestador de servicios autorizado para el manejo de residuos sanitarios, así como de la disposición final de los mismos.	
EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
Se respetará lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-041-SEMARNAT-2006 referente a los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible y los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 referente a los niveles máximos de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Es impredecible realizar el cálculo de los costos para esta medida de mitigación, debido a que está en relación a la cantidad de vehículos, equipo (bailarinas, plantas de emergencia, etc.) y maquinaria a utilizar en la obra; sin embargo, considerando la experiencia con respecto a otros proyectos, un costo aproximado sería de **$35,000.00.**

Medida de mitigación	Costo ($)
Los vehículos utilizados para el desarrollo del proyecto deberán estar en óptimas condiciones de operación. Se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el parque vehicular para asegurar su operación dentro de los límites permisibles marcados por la normatividad vigente. El mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará al parque vehicular se deberá realizar en talleres autorizados para tal fin.	El Responsable de Protección ambiental será el encargado de la verificación de esta actividad mediante la programación de supervisiones
EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	
Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la construcción colectarán diariamente y se dispondrán en donde la autoridad municipal lo disponga	Como ya se ha mencionado, se estima que el pago por disposición en Relleno Sanitario Municipal será de $ 28,000.00
EN MATERIA DE MANEJO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS	
En caso de generar residuos considerados como peligrosos (RP) durante la construcción del proyecto, se manejarán de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás normatividad aplicable.	Es impredecible realizar el cálculo de los costos para esta medida de mitigación, debido a que está en relación a la cantidad (kg) de residuos a disponer; sin embargo por experiencia con otros proyectos del tipo, se estima que el costo será de $ 53,000.00

II.2. Características Particulares del Proyecto

Dimensiones del proyecto

La superficie total requerida para el proyecto de la Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, con una longitud de 7.929 km y un derecho de vía de 22.0 m, lo que equivale a **17.5413 ha**, donde se instalaran **24 estructuras de acero autosoportadas**. Esta superficie es necesaria para la protección de las obras en estudio, y en la cual no se permitirá el establecimiento de ninguna construcción o actividad que pueda interferir con la operación de las obras. Para el caso que nos ocupa, dentro de esta superficie se afectarán áreas de manera temporal y permanente.

A continuación, se presentan los usos de suelo registrados en la trayectoria, así como su longitud y superficies, considerando 22 m de derecho de vía (tabla II.12).

Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Tabla II.12. Uso de suelo y vegetación para el proyecto en estudio.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Agrícola	11,597.01	1.1597
Bosque de galería	3,834.45	0.3834
Camino	10,608.81	1.0609
Carretera	6,716.52	0.6717
Ferrocarril	1,682.32	0.1682
Pastizal inducido	58,735.70	5.8736
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.42	4.9302
Sin vegetación aparente	19,286.95	1.9287
Zona federal CFE	820.83	0.0821
Zona urbana	12,827.60	1.2828
Total	**175,412.62**	**17.5413**

Cuantificación de la superficie solicitada para cambio de uso del suelo.

La superficie total que ocupará el proyecto es de **17.5413** hectárea, de las cuales **5.3137** hectáreas son terrenos forestales con vegetación forestal (selva baja caducifolia = 4.9302 ha y bosque de galería = 0.3834 ha).

La superficie para la que se solicita la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ACUSTF) es de un total de 04-93-02 hectárea, en donde existe vegetación de selva baja caducifolia, en el caso del bosque de galería esta será respetada o sin afectación de desmonte (0.3834 ha), se pondrán estructuras de soporte más altas que permita liberar los árboles con el cable conductor.

Tabla II.13. Tipos de vegetación del área del proyecto en estudio que requiere CUSTF.

Tipos de uso del suelo y vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)
Uso forestal		
Selva baja caducifolia	49,302.48	4.9302
Total	**49,302.48**	**4.9302**

Tabla II.14. Rodales forestales que requieren autorización de CUSTF

Uso de Suelo y/o Vegetación	Rodal	Área (m²)	Área (ha)
Selva baja caducifolia (SBC)	1	6,039.44	0.6039
Selva baja caducifolia (SBC)	2	2,842.72	0.2843
Selva baja caducifolia (SBC)	3	9,000.73	0.9001
Selva baja caducifolia (SBC)	4	2,571.77	0.2572
Selva baja caducifolia (SBC)	5	21,413.87	2.1414
Selva baja caducifolia (SBC)	6	1,171.13	0.1171
Selva baja caducifolia (SBC)	7	3,638.81	0.3639
Selva baja caducifolia (SBC)	8	2,560.36	0.2560
Selva baja caducifolia (SBC)	9	63.66	0.0064
Total		**49302.48**	**4.9302**

Tabla II.15. Coordenadas de los rodales que requiere autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal de este proyecto.

Selva baja caducifolia Rodal 1		
ID	X	Y
1	363,639.58	2,281,879.48
2	363,617.81	2,281,876.28
3	363,616.62	2,281,884.39
4	363,611.87	2,281,916.65
5	363,572.98	2,282,146.87
6	363,594.67	2,282,150.54
7	363,633.60	2,281,920.09
8	363,638.38	2,281,887.60

Selva baja caducifolia Rodal 2		
ID	X	Y
1	363,236.59	2,281,505.38
2	363,228.72	2,281,500.51
3	363,346.37	2,281,608.13
4	363,375.05	2,281,634.36
5	363,406.39	2,281,663.03
6	363,406.45	2,281,663.07
7	363,414.39	2,281,662.01
8	363,422.45	2,281,654.18
9	363,416.51	2,281,648.78
10	363,375.76	2,281,614.39
11	363,339.78	2,281,581.05

Selva baja caducifolia Rodal 3		
ID	X	Y
1	363,200.67	2,281,445.04
2	363,139.69	2,281,389.25
3	363,199.98	2,281,096.53
4	363,197.71	2,281,095.05
5	363,192.55	2,281,088.70
6	363,179.45	2,281,076.40
7	363,161.59	2,281,068.46
8	363,156.59	2,281,065.35
9	363,177.63	2,281,096.03
10	363,116.88	2,281,390.93
11	363,116.66	2,281,392.81
12	363,116.76	2,281,394.70
13	363,117.19	2,281,396.55
14	363,117.92	2,281,398.29

Selva baja caducifolia Rodal 4		
ID	X	Y
1	363,116.38	2,280,967.79
2	363,113.73	2,280,963.93
3	363,095.59	2,280,976.37
4	363,098.23	2,280,980.23
5	363,149.17	2,281,054.53
6	363,173.10	2,281,067.27
7	363,185.80	2,281,075.21
8	363,195.15	2,281,082.68
9	363,124.11	2,280,979.07

15	363,118.95	2,281,399.88
16	363,120.23	2,281,401.27
17	363,150.06	2,281,428.56
18	363,187.64	2,281,459.28

Selva baja caducifolia Rodal 6		
ID	X	Y
1	365,245.46	2,279,285.96
2	365,245.27	2,279,285.68
3	365,245.01	2,279,285.86
4	365,238.45	2,279,290.25
5	365,201.04	2,279,315.30
6	365,213.28	2,279,333.58
7	365,253.41	2,279,306.72
8	365,257.39	2,279,304.04
9	365,257.43	2,279,303.84
10	365,255.04	2,279,300.27
11	365,250.50	2,279,293.49

Selva baja caducifolia Rodal 8		
ID	X	Y
1	365,951.88	2,278,826.10
2	365,975.85	2,278,822.90
3	365,976.02	2,278,822.93
4	366,045.79	2,278,776.22
5	366,048.51	2,278,774.40
6	366,040.02	2,278,761.71
7	366,024.25	2,278,764.16

Selva baja caducifolia Rodal 5		
ID	X	Y
1	365,009.01	2,279,470.35
2	365,003.47	2,279,470.08
3	364,970.36	2,279,469.75
4	364,182.19	2,279,997.53
5	364,179.99	2,280,023.63
6	364,180.84	2,280,024.90
7	365,005.31	2,279,472.83

Selva baja caducifolia Rodal 7		
ID	X	Y
1	365,699.16	2,279,008.28
2	365,600.52	2,279,068.78
3	365,549.21	2,279,103.43
4	365,466.30	2,279,155.71
5	365,423.90	2,279,188.71
6	365,401.15	2,279,197.32
7	365,380.40	2,279,207.50
8	365,348.79	2,279,223.55
9	365,291.60	2,279,267.73
10	365,263.01	2,279,289.55
11	365,257.43	2,279,303.84
12	365,257.39	2,279,304.04
13	365,257.51	2,279,303.96
14	365,260.90	2,279,301.70

Selva baja caducifolia Rodal 9

8	365,910.28	2,278,840.46
9	365,903.49	2,278,845.01
10	365,900.60	2,278,846.94
11	365,912.12	2,278,843.20

ID	X	Y
1	366,081.75	2,278,746.88
2	366,076.91	2,278,744.07
3	366,068.63	2,278,747.70
4	366,075.78	2,278,753.84

Tabla II.16. Predios y polígonos forestales que requieren autorización de CUSTF

No Predio	Nombre del propietario	Polígono	Superficie sujeta a CUSTF (predio)	Superficie sujeta a CUSTF (predio)	Régimen de propiedad	Estado	Municipio	Tipo(s) de vegetación
1	Agustín Urquiza Fernández de Jáuregui	1	0.5775	0.6039	Pequeña propiedad	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
		2	0.0264					
2	Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	1	0.2843	1.4415	Pequeña propiedad	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
		2	0.9001					
		3	0.2029					
		4	0.0543					
3	Carlos Alberto Pérez Morales (Parcela No. 157)	1	0.5008	0.5008	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
4	Salvador Reséndiz Martínez (Parcela No. 149)	1	0.6061	0.6061	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
5	José Federico Reséndiz Ramos (Parcela No. 151)	1	0.4562	0.4562	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
6	Ma. de la Luz Duran Barrón (Parcela No. 152)	1	0.3385	0.3385	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
7	Elvira Centeno Martínez (Parcela No. 156)	1	0.2399	0.2399	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
8	J. Dolores Evaristo Jiménez (Parcela No. 163)	1	0.0869	0.0869	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
9	Ejido Josefa Vergara, Antes Saldarria (Uso común)	1	0.0302	0.3941	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
		2	0.3639					
10	Alfonso Becerra Vega. (Grupo Soles Granjas)	1	0.2529	0.2529	Pequeña propiedad	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
11	Ejido El Colorado (Uso Común)	1	0.0032	0.0095	Ejidal	Querétaro	El Marqués	Selva baja caducifolia
		2	0.0064					
	Total		**4.9302**	**4.9302**				

Tabla II.17. Resumen de predios y superficie forestales que requieren autorización de CUSTF

No Predio	Propietario	Superficie (m²)	Superficie (ha)
1	Agustín Urquiza Fernández de Jáuregui	5,774.96	0.6039
2	Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	2,842.72	1.4415
3	Carlos Alberto Pérez Morales (Parcela No. 157)	5,007.86	0.5008
4	Salvador Reséndiz Martínez (Parcela No. 149)	6,060.80	0.6061
5	José Federico Reséndiz Ramos (Parcela No. 151)	4,561.81	0.4562
6	Ma. de la Luz Duran Barrón (Parcela No. 152)	3,384.55	0.3385
7	Elvira Centeno Martínez (Parcela No. 156)	2,398.86	0.2399
8	J. Dolores Evaristo Jiménez (Parcela No. 163)	868.73	0.0869
9	Ejido Josefa Vergara, Antes Saldarria (Uso común)	302.4	0.3941
10	Alfonso Becerra Vega. (Grupo Soles Granjas)	2,528.71	0.2529
11	Ejido El Colorado (Uso Común)	31.65	0.0095
	Total	**49,302**	**4.9302**

Tabla II.18. Coordenadas, superficies y volúmenes de los rodales que requiere autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal de este proyecto.

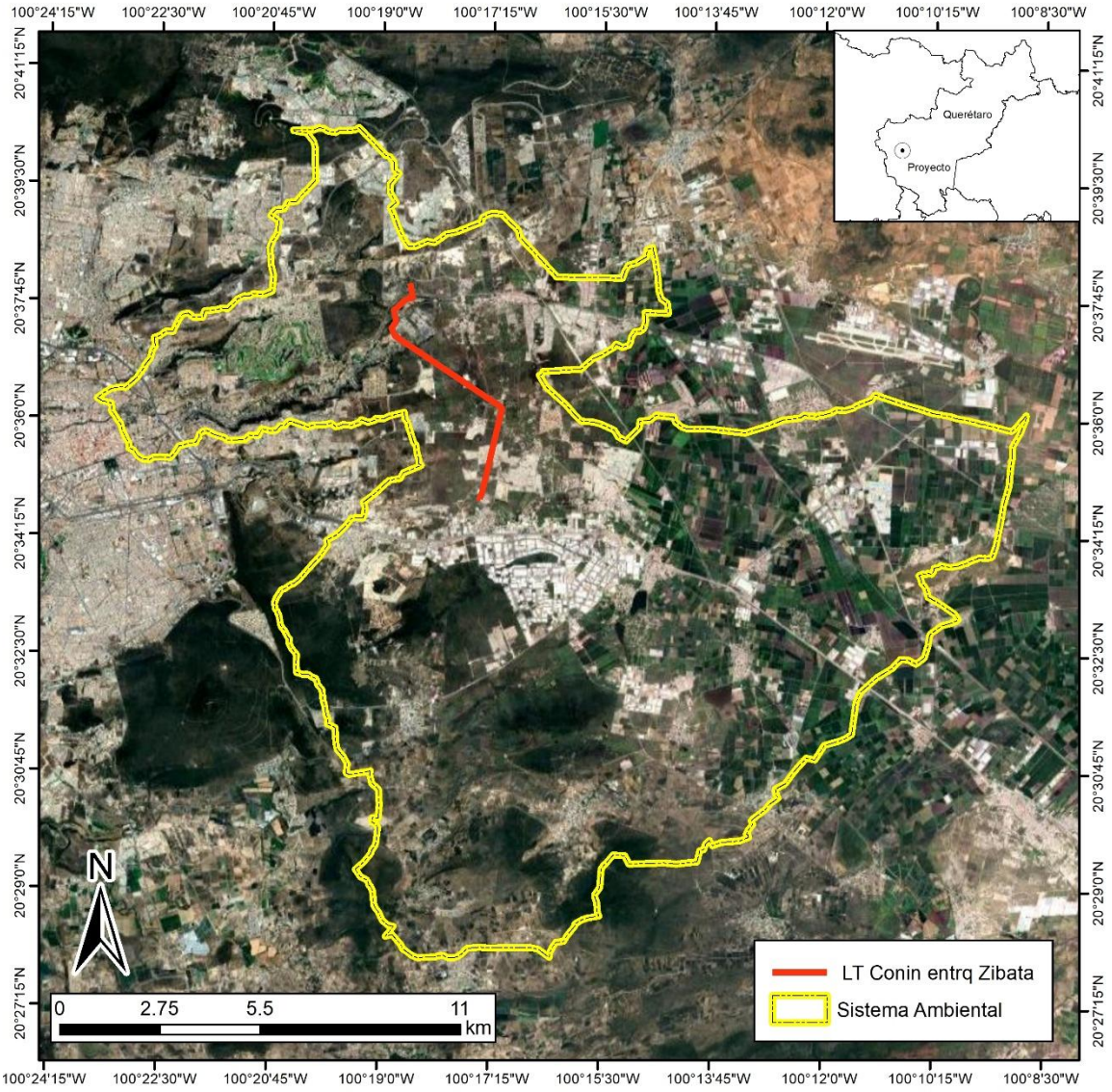
Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo de vegetación	Superficie Forestal (ha)
Agustín Urquiza Fernández de Jáuregui	Rodal 1 (polígono 1).	1	363,637.84	2,281,891.24	Selva baja caducifolia	0.5775
		2	363,616.04	2,281,888.30		
		3	363,611.87	2,281,916.65		
		4	363,572.98	2,282,146.87		
		5	363,594.67	2,282,150.54		
		6	363,633.60	2,281,920.09		
Agustín Urquiza Fernández de Jáuregui	Rodal 1 (polígono 2).	1	363,616.04	2,281,888.30	Selva baja caducifolia	0.0264
		2	363,637.84	2,281,891.24		
		3	363,638.38	2,281,887.60		
		4	363,639.58	2,281,879.48		
		5	363,617.81	2,281,876.28		
		6	363,616.62	2,281,884.39		
Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	Rodal 2 (polígono 1).	1	363,236.59	2,281,505.38	Selva baja caducifolia	0.2843
		2	363,228.72	2,281,500.51		
		3	363,346.37	2,281,608.13		
		4	363,375.05	2,281,634.36		
		5	363,406.39	2,281,663.03		
		6	363,406.45	2,281,663.07		
		7	363,414.39	2,281,662.01		

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo de vegetación	Superficie Forestal (ha)
		8	363,422.45	2,281,654.18		
		9	363,416.51	2,281,648.78		
		10	363,375.76	2,281,614.39		
		11	363,339.78	2,281,581.05		
Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	Rodal 3 (polígono 2)	1	363,200.67	2,281,445.04	Selva baja caducifolia	0.901
		2	363,139.69	2,281,389.25		
		3	363,199.98	2,281,096.53		
		4	363,197.71	2,281,095.05		
		5	363,192.55	2,281,088.70		
		6	363,179.45	2,281,076.40		
		7	363,161.59	2,281,068.46		
		8	363,156.59	2,281,065.35		
		9	363,177.63	2,281,096.03		
		10	363,116.88	2,281,390.93		
		11	363,116.66	2,281,392.81		
		12	363,116.76	2,281,394.70		
		13	363,117.19	2,281,396.55		
		14	363,117.92	2,281,398.29		
		15	363,118.95	2,281,399.88		
		16	363,120.23	2,281,401.27		
		17	363,150.06	2,281,428.56		
		18	363,187.64	2,281,459.28		
Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	Rodal 4 (polígono 3)	1	363,108.38	2,280,967.60	Selva baja caducifolia	0.2029
		2	363,120.36	2,280,993.94		
		3	363,144.11	2,281,016.60		
		4	363,154.12	2,281,022.83		
		5	363,124.11	2,280,979.07		
		6	363,116.38	2,280,967.79		
		7	363,113.73	2,280,963.93		
Gobierno del Estado Querétaro (Área restante)	Rodal 4 (polígono 4)	1	363,154.12	2,281,022.83	Selva baja caducifolia	0.0543
		2	363,144.11	2,281,016.60		
		3	363,120.36	2,280,993.94		
		4	363,108.38	2,280,967.60		
		5	363,095.59	2,280,976.37		
		6	363,098.23	2,280,980.23		
		7	363,149.17	2,281,054.53		
		8	363,173.10	2,281,067.27		
		9	363,185.80	2,281,075.21		
		10	363,195.15	2,281,082.68		
Carlos Alberto Pérez Morales (Parcela N0 157)	Rodal 5 (polígono 1).	1	364,802.22	2,279,582.34	Selva baja caducifolia	0.5008
		2	364,799.14	2,279,610.88		
		3	365,005.31	2,279,472.83		
		4	365,009.01	2,279,470.35		
		5	365,003.47	2,279,470.08		
		6	364,970.36	2,279,469.75		

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo de vegetación	Superficie Forestal (ha)
José Federico Reséndiz Ramos (Parcela No 151)	Rodal 5 (polígono 1)	1	364,581.27	2,279,756.77	Selva baja caducifolia	0.4562
		2	364,583.22	2,279,728.99		
		3	364,410.71	2,279,844.50		
		4	364,409.19	2,279,872.00		
Salvador Reséndiz Martínez (Parcela No 149)	Rodal 5 (polígono 1).	1	364,409.19	2,279,872.00	Selva baja caducifolia	0.6061
		2	364,410.71	2,279,844.50		
		3	364,182.19	2,279,997.53		
		4	364,179.99	2,280,023.63		
		5	364,180.84	2,280,024.90		
Ma. de la Luz Duran Barrón (Parcela No 152)	Rodal 5 (polígono 1)	1	364,729.05	2,279,657.82	Selva baja caducifolia	0.3385
		2	364,691.11	2,279,656.75		
		3	364,682.15	2,279,662.74		
		4	364,583.22	2,279,728.99		
		5	364,581.27	2,279,756.77		
		6	364,720.15	2,279,663.77		
Elvira Centeno Martínez (Parcela No 156),	Rodal 5 (polígono 1)	1	364,799.14	2,279,610.88	Selva baja caducifolia	0.2399
		2	364,802.22	2,279,582.34		
		3	364,691.11	2,279,656.75		
		4	364,729.05	2,279,657.82		
J. Dolores Evaristo Jiménez (Parcela No. 163)	Rodal 6 (polígono 1)	1	365,237.88	2,279,317.11	Selva baja caducifolia	0.0869
		2	365,242.06	2,279,287.84		
		3	365,238.45	2,279,290.25		
		4	365,201.04	2,279,315.30		
		5	365,213.28	2,279,333.58		
		6	365,237.88	2,279,317.11		
Ejido Josefa Vergara, Antes Saldarria (Uso común)	Rodal 6 (polígono 1)	1	365,242.06	2,279,287.84	Selva baja caducifolia	0.0302
		2	365,237.88	2,279,317.11		
		3	365,253.41	2,279,306.72		
		4	365,257.39	2,279,304.04		
		5	365,257.43	2,279,303.84		
		6	365,255.04	2,279,300.27		
		7	365,250.50	2,279,293.49		
		8	365,245.46	2,279,285.96		
		9	365,245.27	2,279,285.68		
		10	365,245.01	2,279,285.86		
		11	365,242.06	2,279,287.84		
Ejido Josefa Vergara, Antes Saldarria (Uso común)	Rodal 7 (polígono 2)	1	365,699.16	2,279,008.28	Selva baja caducifolia	0.3639
		2	365,600.52	2,279,068.78		
		3	365,549.21	2,279,103.43		
		4	365,466.30	2,279,155.71		
		5	365,423.90	2,279,188.71		
		6	365,401.15	2,279,197.32		
		7	365,380.40	2,279,207.50		
		8	365,348.79	2,279,223.55		
		9	365,291.60	2,279,267.73		
		10	365,263.01	2,279,289.55		

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo de vegetación	Superficie Forestal (ha)
		11	365,257.43	2,279,303.84		
		12	365,257.39	2,279,304.04		
		13	365,257.51	2,279,303.96		
		14	365,260.90	2,279,301.70		
Alfonso Becerra Vega. (Grupo Soles Granjas)	Rodal 8 (polígono 1)	1	366,041.76	2,278,764.30	Selva baja caducifolia	0.2529
		2	366,022.72	2,278,765.19		
		3	365,910.28	2,278,840.46		
		4	365,903.49	2,278,845.01		
		5	365,900.60	2,278,846.94		
		6	365,912.12	2,278,843.20		
		7	365,951.88	2,278,826.10		
		8	365,975.85	2,278,822.90		
		9	365,976.02	2,278,822.93		
		10	366,045.79	2,278,776.22		
		11	366,048.51	2,278,774.40		
Ejido El Colorado (Uso Común)	Rodal 8 (polígono 1)	1	366,041.76	2,278,764.30	Selva baja caducifolia	0.0032
		2	366,040.02	2,278,761.71		
		3	366,024.25	2,278,764.16		
		4	366,022.72	2,278,765.19		
Ejido El Colorado (Uso Común)	Rodal 9 (polígono 2)	1	366,081.75	2,278,746.88	Selva baja caducifolia	0.0064
		2	366,076.91	2,278,744.07		
		3	366,068.63	2,278,747.70		
		4	366,075.78	2,278,753.84		
Total						**4.9302**

La zona en donde se ubicará el proyecto propuesto se localiza dentro del municipio El Marqués, en el estado de Querétaro. El municipio y el proyecto que se pretenden construir a su vez forman parte de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental regional (SAR)) ***microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)*** (INEGI, 2010), siendo esta la unidad de análisis o sistema ambiental regional, con una superficie de **265,900.00 ha**. (Mapa II.4).



Mapa II.4. Ubicación de la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental regional (SAR)) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) (INEGI, 2010) en relación al proyecto en estudio.

II.2.1. Programa de trabajo

El programa de trabajo (tablas II.16) tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevará a cabo cada una de estas; con lo cual se pretende optimizar recursos, medir el avance y valorar actividades, previniendo de esta manera necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

Tabla II.19. Programa General de Trabajo

Actividad	Año 1												Año 2 al 50						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Año 50
Preparación del sitio																			
Localización de estructuras (Levantamiento topográfico)	x	x	x	x															
Apertura de brecha de maniobra y patrullaje			x	x	x	x	x	x											
Rehabilitación de caminos de acceso	x	x	x	x	x	x	x												
Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras y sustitución de estructuras				x	x	x	x	x	x	X									
Apertura de áreas de tendido y tensado de cable guarda y conductor					x	x	x	x	x	X									
Construcción																			
Excavaciones					x	x	x	x	x	X	x	x	x	x					
Colado de plantilla						x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x			
Habilitado de acero de refuerzo							x	x	x	X	x	x	x	x	x	x			
Colado de concreto en cimentaciones								x	x	X	x	x	x	x	x	x			
Relleno y compactado de cimentaciones									x	X	x	x	x	x	x	x			
Armado, nivelado y montaje de estructuras										X	x	x	x	x	x	x			
Vestido de estructuras											x	x	x	x	x	x			
Tendido y tensado de cable guarda												x	x	x	x	x			
Tendido y tensado de cable conductor													x	x	x	x			
Sistema de tierra															x	x			
Pruebas pre operativas															x	x			
Operación y Mantenimiento																			
Operación																	x	x	x
Etapa de Operación y Mantenimiento en la Línea de Transmisión Eléctrica																			

II.2.2. Representación gráfica regional

El proyecto en estudio se ubica a nivel regional dentro de la cuenca denominada Río Laja y de la subcuenca Río Apaseo, específicamente dentro de la microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado). (Ver figura II.4).

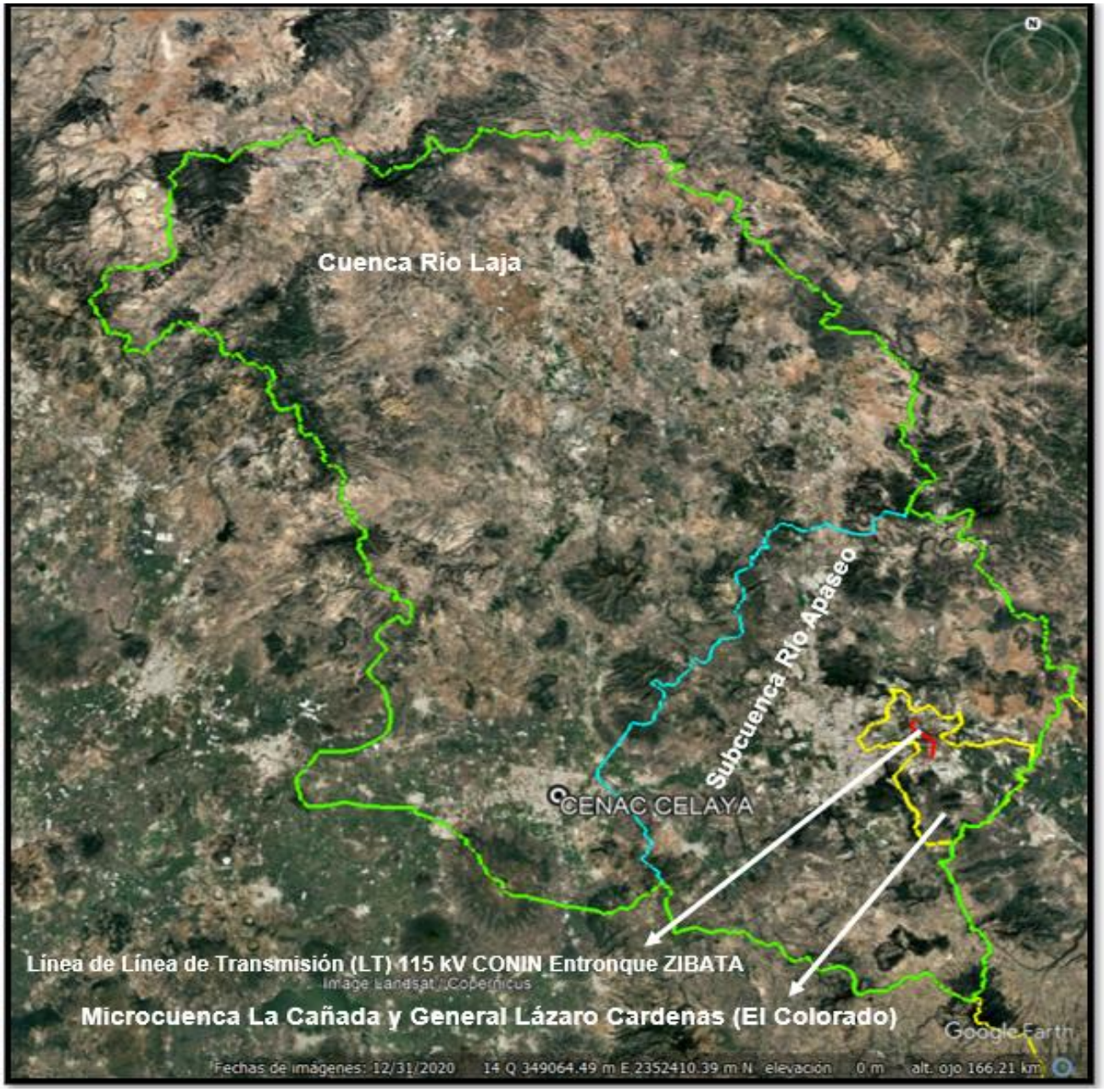
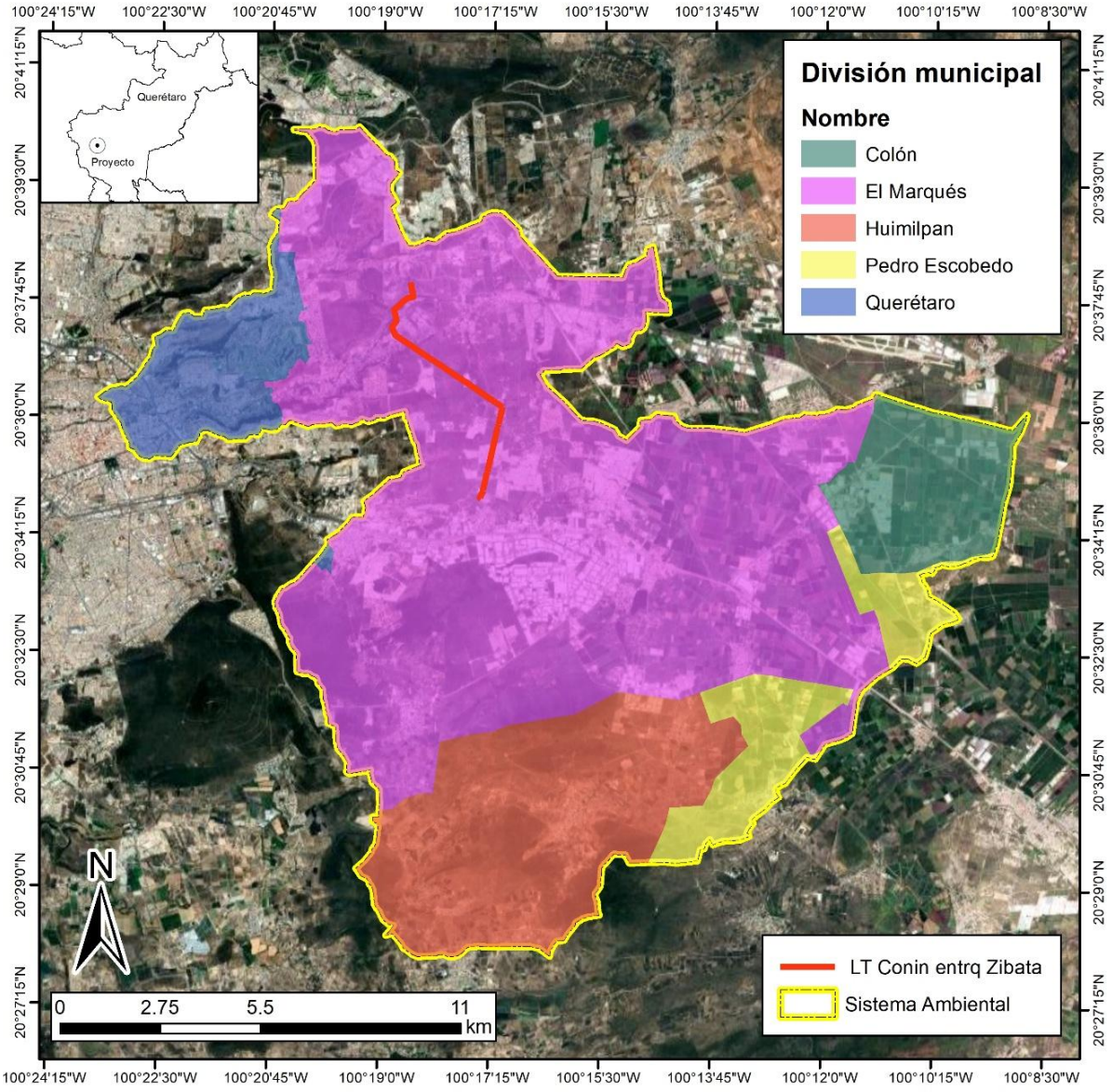


Figura II.4. Representación esquemática del proyecto, en el contexto regional (cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca).

II.2.3. Representación gráfica local

El proyecto consiste en la construcción de una Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, que se encuentra localizada en el municipio El Marqués, en el estado de Querétaro.



Mapa II.5. Representación esquemática del proyecto, en el contexto local (municipal y local del proyecto).

II.2.4. Preparación del sitio y construcción

La preparación del sitio y construcción del proyecto tiene como objetivo acondicionar el terreno con el fin iniciar con el proceso constructivo.

La preparación del sitio en la línea de transmisión tiene como objetivo acondicionar el terreno por donde se ubicarán las estructuras (torres autosoportadas o postes troncocónicos). Las actividades que abarca están encaminadas para ir dejando el terreno delimitado (derecho de vía), ubicación de sitios para el desplante de las estructuras, en particular son:

1). Levantamiento topográfico, actividad que se hace para ubicar (de acuerdo a las coordenadas UTM, físicamente en el terreno la trayectoria, el derecho de vía e ir seleccionando los sitios idóneos (entre 250 a 300 m de distancia uno de otro) para levantar las estructuras, colocando una mojonera en el centro de lo que será su base.

2). Estudio geotécnico, se realiza para mediante un muestreo del tipo de suelo, analizar su mecánica, que permita elaborar el diseño y construcción adecuada para las cimentaciones de las estructuras, es decir, determinar el tamaño, forma y profundidad de los pozos (excavaciones). Las cimentaciones se excavan normalmente a una profundidad de 5 m mínimamente o limitada por el nivel freático o suelo no excavable con pico y pala. Las dimensiones aproximadas son de 1.5 m x 0,8 m que sean adecuadas para la supervisión.

3). Ubicación de sitios y patio para el tendido y tensado de cables conductores y de guarda**.** Dentro de la trayectoria ya delimitada con su derecho de vía, se buscan los sitios óptimos para el armado de las estructuras por un lado y por otros seleccionar los patios o áreas para llevar a cabo el tendido y tensado de cables conductores y de guarda, de acuerdo con lo indicado en los incisos 1) y 2). Cada sitio es numerado.

4). Desmonte y despalme. Es la actividad que tiene la finalidad de limpiar y nivelar el terreno, eliminando la vegetación si hay en la superficie destinada para cimentar las estructuras, así mismo, se prepara la brecha entre estructura y estructura para el mantenimiento. En las áreas temporales solo se hace desmonte, por lo que posteriormente vuelve a crecer la vegetación. En las áreas permanentes se hace despalme. Para ambas actividades previo a su inicio, se existe vegetación se identifican los individuos vegetales y se lleva a cabo su rescate y reubicación. El despalme consiste en retirar la capa superficial que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de las estructuras. En la base de estas, posteriormente se deja crecer una vegetación herbácea.



Figura II.5. Ejemplo de las actividades de desmonte, picado y desramado de la vegetación dentro del DDV

4.1. La sustitución de torres de alta tensión es una operación compleja de ingeniería, llevada a cabo por empresas como CFE o otras, que implica el reemplazo de estructuras de acero para garantizar la seguridad, mejorar el paisaje urbano o restablecer el servicio eléctrico tras fenómenos naturales. Estos trabajos incluyen el desmantelamiento de torres de varias toneladas y kilómetros de cableado, a menudo en zonas de difícil acceso, utilizando grúas especializadas.

Etapa de construcción LT

La etapa de construcción consiste en dos fases, la primera A) Obra civil y la segunda de B) Obra electromecánica. Las principales actividades que las diferencian son:

A. Obra civil

1) Excavación de cepas
2) Cimentación
3) Relleno y compactado

B. Obra electromecánica

4) Hincado y armado de estructuras de soporte
5) Vestido de estructuras
6) Tendido y tensado de los cables de guarda y conductor
7) Sistema de tierras

- Cada actividad comprende los siguiente:

A. Obra civil

1) *Excavación de cepas*. Se hacen a cielo abierto, en cada sitio determinado para el levantamiento de las estructuras, se efectúa la sección de desplante. Se pueden hacer cuatro tipos de excavaciones o cepas en promedio por estructura; el material a excavar puede ser del tipo I, IIA, II y/o II. El equipo a utilizar según el material encontrado, puede ser maquinaria, retroexcavadores con martillo y compresor o manual (pico y pala). Cuando es material tipo IIA, el producto de las excavaciones se utiliza en el relleno y compactado de las estructuras.



Figura II.6. Excavación de cepas

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas, animales etc., cercándolas con una base de alambre o utilizando una tapa de madera y, colocándoles señales adecuadas de advertencia.

2) *Cimentación*. Es una plantilla de concreto para torres de acero, es decir, es un firme de concreto, con fuerza de 100 kg/cm^2 (concreto pobre), que se coloca en el desplante de los cimientos. Es de 10 cm de espesor mínimo y con 200 kg de cemento por el tipo de agregados (arena de río, grava, cemento y agua) en una proporción definida por el laboratorio de pruebas. Este concreto se elabora en el sitio de instalación, de preferencia en las ollas revolvedoras, y se coloca mediante canalones.

3) Los residuos principales se derivarán de las actividades de colado y serán restos de materiales pétreos, sacos de cemento y residuos de concreto, los cuales serán retirados una vez concluida la actividad.

4) *Relleno y compactado*. El material sobrante extraído se emplea en rellenar la excavación y se compacta con maquina o de manera manual con un pilote.

Para el caso de laderas y zonas muy lluviosas se prevé la construcción de drenajes superficiales para encausar el agua hacia los sitios donde no afecte la erosión a las estructuras ni al terreno en general.

B). Obra electromecánica LT

5) *Montaje y armado de estructuras*. Una vez concluido los incisos 1**)** a 3**)**, se arman o juntan los herrajes para formar las diferentes secciones (paneles) de la estructura y se van colocando según el procedimiento de montaje con pluma flotante. Generalmente se arma en fases progresivas el cuerpo en “V" de la torre, posteriormente el cuerpo recto y finalmente los alerones que sostienen los cables tanto de guarda como conductores; éstos últimos son armados previamente en el suelo y después elevados hasta su sitio con un equipo mecánico.

Las cuadrillas de armado de torres utilizan para subir los materiales o las estructuras pre-armadas, la técnica de tubos o de pluma. Los residuos son:(a) restos de madera de las cajas de empaque de la tornillería; (b) restos de los flejadores metálicos y (c) restos de tornillería. Además de los envases de aceite dos tiempos y de malacates de polietileno (cuerda).



Figura II.7. Montaje y armado de estructuras

6) *Vestido de estructuras*. se refiere a la colocación de las diferentes partes específicas para posteriormente hacer el tendido de los cables, como son: herrajes específicos, remates, aisladores de vidrio o porcelana y accesorios en general, incluyendo avisos de peligro y numeración de estructuras. Esta es una actividad que en conjunto se reconoce

como el vestido de la estructura. Los restos derivados de esta actividad son madera, flejadores y restos de porcelana, como resultando de la caída y rompimiento de algún aislador.



Figura II.8. Colocación de herrajes y aisladores

CLARO EFECTIVO	No. DE TORRE	TIPOS Y ALTURA DE LAS TORRES	UBICACIÓN DE LAS TORRES EN MTS.	COORDENADAS GEOGRAFICAS		
				X	Y	Z
0.00	0	MR CONIN	0.00	365518.64	2276207.36	1946.58
38.32	1	IRD	38.32	365484.77	2276225.28	1950.97
60.69	2	IRD	99.01	365507.79	2276281.44	1950.95
51.42	3	IRD	150.43	365527.38	2276328.98	1950.93
32.17	4	2419DMP+0	182.60	365543.34	2276356.91	1950.67
87.00	5	2416DMP+0	269.60	365563.44	2276441.55	1950.88
195.00	6	2410SMP+0	464.59	365608.49	2276631.28	1951.63
195.00	7	2410SMP+0	659.60	365653.54	2276821.00	1953.11
195.00	8	2410SMP+0	854.59	365698.59	2277010.73	1956.65
195.00	9	2410SMP+0	1049.60	365743.64	2277200.45	1959.71
195.00	10	2410SMP+0	1244.59	365788.70	2277390.17	1963.38
195.00	11	2410SMP+3	1439.60	365833.75	2277579.90	1966.91
195.00	12	2410SMP+3	1634.59	365878.80	2277769.62	1967.89
195.00	13	2410SMP+0	1829.60	365923.85	2277959.35	1968.83
195.00	14	2410SMP+0	2024.59	365968.90	2278149.07	1968.58
195.00	15	2410SMP+0	2219.60	366013.95	2278338.80	1966.13
195.00	16	2416DMP+0	2414.59	366059.00	2278528.52	1969.93
183.51	17	2416DMP+0	2598.11	366101.40	2278707.07	1959.23
57.80	18	2416DMP+0	2655.91	366063.77	2278750.94	1957.74
192.18	19	2W41+0	2848.09	365904.08	2278857.87	1954.66
276.40	20	2A41+4	3124.49	365674.42	2279011.66	1946.18
405.11	21	2A41+8	3529.60	365337.81	2279237.06	1945.78
441.00	22	2A41+8	3970.59	364971.37	2279482.43	1950.19
390.00	23	2A41+4	4360.59	364647.31	2279699.42	1952.50
395.00	24	2A41+4	4755.60	364319.10	2279919.20	1952.19
375.00						

RESUMEN DE ESTRUCTURAS	
IRD	3
2410SMP+0	8
2410SMP+3	2
2416DMP+0	4
2419DMP+0	1
2A41+4	3
2A41+8	2
2W41+0	1
TOTAL =	**24**

7) *Tendido y tensado del cable conductor y de guarda*. Es la colocación de los cables conductores de acero y aluminio y de guarda mediante una maquina tensionadora y carrete para que queden suspendidos en las estructuras dando un tensado adecuado de tal forma que se forme la catenaria (caída de cable o curva sin rigidez) que permite un buen fluido eléctrico. Aquí no se necesita ningún equipo especial, sino una cuadrilla especializada; tampoco existe la necesidad del consumo de materiales especiales y por lo tanto no se generan residuos.



Figura II.9. Actividades de la obra electromecánica (tendido y tensado de cables)

8) *Sistema de tierras*. Instalación de los cables de guarda. Aquí se utiliza una maquinaria especial que libera el cable, denominada traccionadora, y otra que la jala denominada tensadora. Este equipo es colocado en áreas conocidas como patios de tendido y tensado (18.5 x 18.5 m). La tensión del cable se hace hasta que ésta alcanza una altura determinada (catenaria), y se utiliza el método de tensión mecánica controlada. La instalación del sistema de tierras consiste en colocar las antenas y contra-antenas de

alambre. Para ello se abren zanjas de 50 cm de profundidad, 30 cm de ancho y de 10 y 15 m de largo dentro de la cual se coloca el cable. Cada base tiene su sistema de tierra.



Figura II.10. Colocación del sistema de tierras

Actividades para la apertura de la brecha forestal:

-Derribo;

Esta operación consiste en separar el árbol de su pie, es la actividad más peligrosa en las operaciones forestales, por lo que requiere personal capacitado, ver figura II.7.

Procedimiento y recomendaciones para el derribo

a) Se deberá elegir cuidadosamente la dirección de caída del árbol la cual dependerá de la inclinación del mismo, viento, obstáculo en la dirección de la caída y en el suelo de la vegetación que permanecerá en pie, de la existencia de nidos, madrigueras o presencia de fauna, entre otros.
b) Se deberán elegir dos rutas de escape, evitando que el árbol caiga del área del predio hacia los lados en ángulo aproximado de 45 grados, los cuales deben ser despejados.
c) El derribo se iniciará haciendo una muesca, la que debe penetrar hasta un quinto o un cuarto de diámetro del árbol, después se hace el corte de caída, el cual debe de ser horizontal y su posición debe de ser de 2.5 a 5 cm. Sobre la base de la muesca, si el diámetro del árbol fuera mayor que la longitud de la barra, hay que cambiar la posición de la motosierra varias veces.

d) En el caso de un árbol inclinado, el derribo deberá hacerse en un ángulo cercano a 30 grados de la inclinación, en este caso la muesca debe ser orientada en la dirección de la caída. La bisagra deberá hacerse más angosta en el lado de la inclinación y más ancha en el lado hacia donde se desea girar el árbol o la caída. Además de lo anterior, una cuña

introducida en el lado de la inclinación ayudará a dirigir la caída del árbol, si el árbol es pequeño, el corte de caída se hace en tres secciones, procurando formar un triángulo y después se corta la punta del eje del triángulo por el sentido opuesto de la muesca.

-Desrame;

Esta actividad se hará inmediatamente después del derribo ya que generalmente esta actividad se dificulta grandemente si se hace posteriormente, ver figura II.7.

Procedimiento y recomendaciones para el desrame.

a) Se adoptará una secuencia de trabajo metódico siguiendo los anillos de las ramas.
b) Cuando el árbol se encuentra sobre el suelo, las ramas de la parte inferior de los dos anillos se cortarán en un movimiento antes de que el operador avance hasta los próximos dos anillos.
c) Cuando el árbol descansa en el suelo, se deberá dar vuelta una vez que el operador llega a la copa. Las ramas que aún permanecen en el tronco se cortan mientras que el operador llega a la base.
d) Cuando el árbol es grande, primero se eliminarán las ramas que obstaculizan el trabajo cortando las ramas en dos partes o más, cuando existe peligro de rajaduras en la base o cuando este facilite el trabajo de eliminación de ramas es muy importante observar la tensión de la madera. Cuando la rama es grande, se corta primero el lado bajo compresión, se retira la barra antes de que quede apretada en el corte, después se corta el otro lado. Es muy importante no esperar a que el árbol derribado se seque porque aumentan los riesgos de accidente con el rebote de la barra, ya no es fácil observar cuál lado de las ramas está bajo compresión y cuál bajo tensión, además de que se permitiría la presencia de animales peligrosos (guaridas por ejemplo) y la madera va endureciéndose.

-Trozado;

Esta actividad es sumamente importante, sobre todo cuando se pretende dar un uso comercial a la madera, pues un mal trozado le resta importante valor comercial, ya que en el mercado se manejan medidas estándar en múltiplos de 2 pies (medida inglesa), ver figura II.11.

Procedimiento para el trozado.

El trozador clasificará la calidad de la troza para cortar las medidas exactas que tienen demanda en el mercado, a menos que el interesado requiera de medidas especiales por lo que se recomienda tener claridad en cuál será el destino de los productos.

El trozado de árboles grandes puede ser difícil sobre todo cuando el diámetro es mayor que la longitud de la espada, en tal caso, el trozado se hace de los dos lados y se cambia la posición de la sierra varias veces. Es muy importante tener cuñas disponibles en caso de que la barra quede apretada con el corte, en terrenos con pendiente es necesario que el trozador se pare en un lugar seguro en la parte de arriba de la troza.

-Despalme;

Consiste fundamentalmente en retirar la capa vegetal (incluyendo tocones) y la materia orgánica, y apartar el material suelto de las áreas que se van a utilizar como de maniobras y aquellas que pudieran servir como brecha de patrullaje.

La remoción de estos materiales se hará utilizando maquinaria pesada (retroexcavadora). Se removerá una capa de 5 a 10 cm, por lo que se requerirá remover 100.0 m³ en áreas de la SE.

Es importante mencionar que dicho volumen se considera como máximo, considerando que muchas áreas no se podrán utilizar como de patrullaje y en otras no será necesario despalmar ya sea porque carecen de materia vegetal o porque están compactadas.

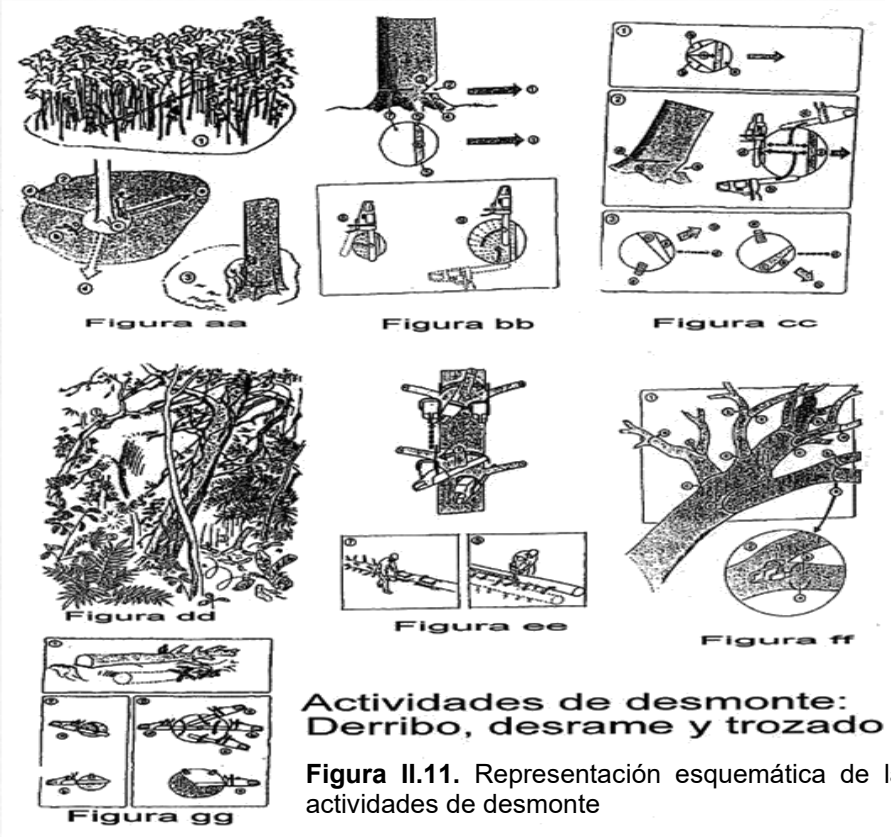


Figura II.11. Representación esquemática de las actividades de desmonte

El proyecto plantea el desarrollo de algunas obras y actividades provisionales, las cuales se listan a continuación:

II.2.4.1. Obras

Campamentos. En el predio **NO** se instalarán campamentos, ya que el acceso a la zona de trabajo es aceptable y no es necesario la estancia permanente en campo del personal.

Almacenes. La compañía contratada rentará un predio en el municipio de Los Cabos con acceso a servicios urbanos para establecer esta facilidad y permitir que esta actividad se desarrolle sin necesidad de realizar construcciones adicionales en el frente de trabajo.

Patios de servicio. No será necesaria la instalación de patios de servicio, ya que las reparaciones y servicio de mantenimiento de los vehículos y maquinaria utilizados durante la construcción, se realizarán en los talleres especializados localizados en la población o localidad que se encuentra cercana al frente de trabajo.

Instalaciones sanitarias. Para la descripción de este punto, se manifiesta que se colocaran letrinas móviles en el área del proyecto, a razón de una letrina móvil por cada 15 trabajadores, lo que se estima colocar alrededor de 3 letrinas.

Rehabilitación de caminos de acceso. No existe necesidad de rehabilitación de caminos ya que el proyecto que se pretenden construir está situado a un lado de la carretera federal México No 1.

Apertura de préstamos de material. Los materiales que se requieran para el proyecto se obtendrán de bancos de materiales comerciales establecidos previamente, con los permisos y autorizaciones emitidos por la autoridad competente, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos bancos de préstamo.

II.2.4.2. Actividades

Servicio de lubricación de la maquinaria. Esta actividad se realizará en talleres autorizados existentes en la zona.

Tratamiento de desechos. Los residuos considerados como peligrosos, tales como excedentes de pintura, brochas y trapos impregnados con pintura o algún solvente, se confinarán de manera temporal en almacenes temporales que se construirán *ad hoc*, para posteriormente ser trasladados a su confinamiento final por una empresa autorizada.

II.2.4.3. Descripción de obras asociadas al proyecto

A continuación se desglosa las actividades asociadas

-Construcción de caminos de acceso:

El área del proyecto se ubicará en una zona rural y urbana en su mayoría, con abundantes caminos de acceso, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso. En caso de ser necesarios, esto será responsabilidad del contratista; debiéndose elaborar a su tiempo los estudios pertinentes, además de realizar los trámites necesarios para la apertura del terreno ante las autoridades correspondientes.

-Almacenes y bodegas:

Los almacenes requeridos estarán ubicados en las poblaciones aledañas a la subestación eléctrica y a criterio del contratista. Estos generalmente se levantan en sitios apropiados y consisten en piezas de material multipanel que se arman sobre piso de tierra con dimensiones de 4 m x 4 m llevando normalmente una ventana, adquiriendo así la forma de una habitación convencional que es utilizada como casa-oficina. Los almacenes y bodegas generalmente ocupan una superficie de 25 m^2 a 10,000 m^2; consistiendo estas últimas de una casa multipanel de 30 m^2 a 50 m^2 y el resto delimitado con alambre de púas o malla ciclónica. En dichas instalaciones se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, después de lo cual se desmantelarán. Las dimensiones exactas de almacenes y bodegas que se requieran para este proyecto se definirán cuando inicie la construcción; aunque en última instancia será la compañía constructora quien los ubicará a su conveniencia.

-Campamentos, dormitorios y comedores

Entre las políticas de la CFE para el desarrollo de obras se considera no instalar campamentos, dormitorios y/o comedores en el sitio, puesto que la mayoría de los

trabajadores se contratarán preferentemente en los poblados cercanos al proyecto y podrán pernoctar en sus hogares. Los demás podrán utilizar la infraestructura que para ello exista en las localidades cercanas a la obra, con la finalidad de prevenir afectaciones como consecuencia de las actividades que se desarrollarán para la construcción de la obra en estudio.

-Instalación de sanitarios.

En la etapa de construcción se instalarán letrinas portátiles provisionales de acuerdo al número de empleados, mismas que estarán sujetas a un programa de mantenimiento durante el desarrollo de las actividades a cargo de la compañía encargada de la construcción e instalación, auxiliándose de una compañía autorizada con capacidad para manejar las aguas residuales. La instalación de estas letrinas portátiles será de un sanitario con mantenimiento diario por cada 70 trabajadores.

-Bancos de material.

Para esta obra no será necesaria la apertura de bancos de material, puesto que el producto de las excavaciones realizadas para las cimentaciones de las estructuras de soporte, es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado; lo anterior se ha determinado considerando los resultados en los estudios de mecánica de suelos que haya arrojado el estudio geotécnico preliminar. El material que se utilizará en las cimentaciones (concreto premezclado, arena, grava y cemento) se adquirirá en las casas comerciales de las localidades más próximas a la trayectoria de la obra en estudio.

II.2.5. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del Suelo

El trabajo para levantar la información en campo se realizó en tres visitas a las áreas del Proyecto.

Durante la primera visita al área de la obra en estudio, se realizaron recorridos de reconocimiento donde se levantó la información de los diferentes usos de suelo y los tipos de vegetación presentes (estudio prospectivo) que actualmente registran las áreas que ocupará el proyecto, de igual manera se delimitó en cartografía y se ratificó en campo las unidades ambientales del área de estudio. El proyecto está localizada en el municipio de El Marqués, partiendo de la Subestación Eléctrica (SE) Conín al norte de la comunidad de El Carmen del municipio de El marqués y desplazándose en dirección noreste cruzando el Anillo Vial III Oriente, travesando el conjunto habitacional Real Solare, para posteriormente tomar dirección noroeste cruzando Prolongación Constituyentes Oriente, y pasando terreno forestales y pecuarios, hasta llegar y cruzar la carretera federal No 200 y proyectándose en dirección noreste a un costado del río Querétaro, de ahí se proyecta en dirección norte cruzando el río Querétaro y 2 cruces ferroviarias hasta entroncarse con la Línea de Transmisión de postes en operación denominada LT Campanario-ZIBATA donde concluye.

Durante la primera a la tercera visita (que consistió de 3 días) se realizaron las mediciones de los arbustos y herbáceas que se verán afectados con la construcción del proyecto en las áreas con vegetación forestal (con apoyo de 1 brigada de 6 personas); las mediciones se llevaron a cabo en arbustos con diámetros mayores o iguales a 5 cm, se tomó lecturas por individuo y por especie, como diámetro normal (DAP a l.30 m de suelo) con apoyo de forcípulas y la altura total de cada individuo con ayuda de clinómetros - Sunnto; a la vegetación arbustiva, y renuevos con diámetros menores de 5 cm (DAP) se tomó su altura total y diámetro de copa o ancho de copa. Cabe señalar que para el cálculo de volumen V.T.A. se tomaron los diámetros y alturas en clases diamétricas y clase de altura respectivamente.

II.2.5.1. Sistema de muestreo.

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad y calidad de la madera de un bosque, aunque también es conveniente pensar en otros factores, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera en relación con la zona donde los árboles se encuentran. Un bosque no es simplemente una acumulación de madera, sino una asociación de organismos vivos que puede y debe tratarse como una riqueza renovable. El inventario forestal consta de un estudio del sector forestal y la ejecución de muestreos en campo para la medición de variables cuantitativas y cualitativas para conocer información dasométrica de los sitios de muestreo establecidos en las zonas con distintos tipos de vegetación (Romahn y Ramírez, 2010).

El muestreo es la herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planeados. El número y la distribución de estas unidades está en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008).

El inventario forestal es un procedimiento mediante el cual, se obtiene información de campo útil para la toma de decisiones, sobre la cuantificación de los recursos forestales. Dicha información es básica para la estimación de las existencias maderables.

Los inventarios forestales, pueden ser: inventarios al cien por ciento (censos) o por muestreo. Pero en general, los bosques presentan un problema de magnitud que condiciona y limita el proceso del inventario. Por ello, generalmente se trabaja solo con una pequeña parte de la población y luego, los datos obtenidos se generalizan al bosque en su conjunto. El inventario por muestreo permite obtener información correcta, precisa y a bajo costo de los parámetros de interés como las existencias volumétricas y otros aspectos del bosque. La muestra en los inventarios forestales es una superficie, la cual debe ser representativa de la población, para posteriormente hacer inferencias correctas de parámetros de la misma población.

Es necesario considerar que el cálculo de las estimaciones de las materias primas forestales se realizará sobre las áreas o superficies del predio en estudio. Sobre esta base, dependiendo de esta superficie el responsable técnico de elaborar el inventario, deberá considerar si realizará un censo o muestreo, ya que la superficie es la que representa directamente el volumen de trabajo y la factibilidad de realizar uno u otro.

El censo es el reconocimiento o registro de la variable objeto de estudio, de todos los elementos de una población estadística, y en nuestro caso equivaldría a evaluar a todos los individuos o plantas que proporcionan las materias primas forestales. El muestreo en cambio es el reconocimiento de una parte representativa de la población, y sobre la información que se obtiene de la muestra se infiere el de toda la población estadística. Como se puede suponer, realizamos muestreo cuando por el volumen de trabajo y los recursos disponibles (tiempo, equipo, recursos humanos, presupuesto) imposibilita realizar el censo.

El número de unidades de muestreo fueron 5 sitios de muestreo de 500.0 m² circulares (selva baja caducifolia) y 1 rectangular de 20 x 5 m (100 m^2) (bosque de galería), en el área en estudio.

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para este proyecto, formatos que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro y altura de los individuos presentes donde se levantaron los sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del

equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

Delimitación del área muestreada

Con la finalidad de disminuir la variación entre las unidades de muestreo se formaron rodales, es decir, se subdividió la población creando grupos de las unidades de muestreo con condiciones similares, el principal criterio considerado para la creación de los rodales fue el tipo de vegetación.

La creación de los estratos se realizó, agrupando los rodales con el mismo tipo de vegetación, sin embargo, algunos de ellos se les adiciono información con el propósito de determinar algunas características relevantes como por ejemplo la cobertura de copas de los árboles. Para la clasificación de la estructura del tipo de vegetación se evalúo la cobertura en base a los siguientes conceptos. Para recabar la información requerida para realizar el cálculo de las existencias maderables en la zona de estudio, las unidades de muestreo se ubicaron únicamente donde se encontraron áreas con uso de suelo forestal, igualmente se debieron localizar dentro del área solicitada.

Primeramente, con el archivo (tipo .shp) de la malla de muestreo que contiene las coordenadas geográficas (en grados, minutos y segundos), información cartográfica digital como lo es la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII escala 1:250,000, la información topográfica a escalas 1:250,000 y/o escala 1:50,000 y la utilización del software adecuado, se realizó la planeación de gabinete de la estrategia del trabajo de campo como, para poder tomar decisiones en el número de brigadas a instalar por zonas de trabajo de acuerdo a las condiciones del tipo de vegetación, características del terreno, vías de comunicación y localidades con servicios en la región a trabajar, entre otras características.

La primera actividad en el levantamiento de los datos de campo consistió en determinar la ubicación geográfica de cada conglomerado de tal forma que se pueda regresar a éste en ocasiones subsecuentes y además que sea ubicado fácilmente por las cuadrillas de supervisión. La determinación de esta ubicación geográfica fue por medio de un punto de control marcado en el terreno (no en el suelo, más bien en algún objeto visible fácilmente identificable a simple vista) con la leyenda “SF1…SF6” y el número de conglomerado que le corresponda antes de llegar a la ubicación precisa del conglomerado y registrarlo en el apartado del informe correspondiente.

El punto de control está ubicado en lugares fácilmente identificables tanto en el campo como en fotografías aéreas o mapas tales como cruces de caminos, confluencia de arroyos o ríos, un claro en el bosque o un estanque de agua. Se ubicó en condiciones de baja densidad del arbolado en donde las condiciones topográficas no interfieran con la señal de los GPS, a efecto de tomar con la mayor exactitud las lecturas de longitud y latitud del lugar seleccionado.

Fue necesario anotar siempre, además de las coordenadas del punto de control en el apartado del informe que corresponde, tantos puntos de referencia con sus coordenadas como sea necesario, conforme se avancen en la trayectoria al conglomerado, pues es necesario que el conglomerado sea rápidamente localizado físicamente en visitas posteriores necesarias por el equipo de supervisión interno.

Como recomendación, tanto la brigada como el jefe de brigada fue asegurarse que el equipo GPS utilizado esté correctamente configurado a datum WGS84 y al momento de registrar las coordenadas el grado de precisión del equipo sea conforme lo especificado en el manual,

Diseño o Esquema de muestreo

Un diseño de muestreo es un término que se utiliza para designar a la forma como se distribuye la muestra en una población estadística para obtener los estimadores con la confiabilidad y precisión deseada al menor costo posible. El diseño de muestreo determina el cálculo de los estimadores y el cálculo del tamaño de muestra óptimo a una confiabilidad y precisión determinadas.

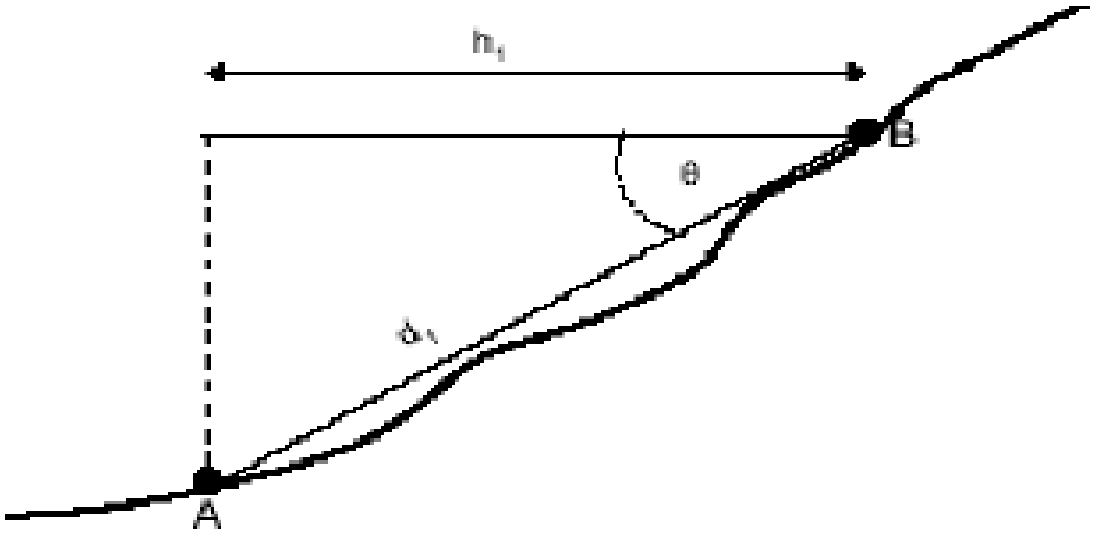
La mayor probabilidad de obtener una muestra representativa es que se obtenga de manera aleatoria (sin sesgo personal), y que sea de un tamaño (número de elementos de la muestra) que asegure obtener estimadores con la precisión y confiabilidad adecuada. Para el caso de la estimación de la cantidad de materias primas forestales, se utiliza el estimador de la media por unidad de muestreo a una precisión del 5% y confiabilidad del 95%, que obtenida por sitio se extrapola a la media por hectárea. En el sitio de muestreo primero se realiza un reconocimiento sobre los estratos presentes y las especies que forman cada uno de ellos, con la finalidad de caracterizar la vegetación presente en el área.

Una vez que se registra correctamente la información correspondiente al punto de control y siguiendo con el trayecto hacia el conglomerado con la carta topográfica a escala 1:50,000 y el equipo GPS en las manos se llega hasta las coordenadas precisas del conglomerado a localizar. Al ubicar el par de coordenadas del conglomerado en el terreno, se toma la fotografía al equipo GPS en la que aparezca claramente la carátula de este con los datos de ubicación y la condición de la vegetación de fondo. En ese mismo instante se colocó y se remarcó cinta amarilla de plástico en el centro del sitio para iniciar con el registro de la información en el informe correspondiente al tipo de vegetación a trabajarse.

Para este tipo de vegetación y/o comunidad vegetal del predio en estudio se realizó un muestreo de vegetación, en el caso del área con masa forestal se empleó un transecto de medición, a partir del límite de la frontera agrícola y/o pecuario con la forestal, realizando el levantamiento directo o conteo directo de toda la vegetación forestal presente dentro del predio en estudio, cabe señalar que en la superficie que comprenden áreas con vegetación donde se realizó el levantamiento de información forestal se registró la cobertura de copa por

individuo, así como su diámetro (DAP) y su altura total. Durante estas visitas se localizaron el límite del predio con vegetación forestal donde estará el proyecto motivo de este estudio.

Corrección de pendiente.



Nota: La distancia entre dos puntos, medida a lo largo de una pendiente (d1) siempre es mayor que una distancia horizontal equivalente (h1). En terreno inclinado, la distancia horizontal debe multiplicarse por un factor que corresponde a la inclinación a fin de obtener la distancia correcta. Θ es el ángulo entre la horizontal y la recta A-B; d1 = h1/coseno (Θ).

Diseño y forma de los sitios de muestreo.

Los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que podemos tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, etcétera, aunque las tres formas geométricas que más se han utilizado en inventarios forestales son: cuadradas, circulares y rectangulares, pues resultaría muy laboriosa la delimitación en el terreno de cualquier otra forma diferente a las antes citadas; representaría la utilización de más tiempo y costo, principalmente (Romahn y Ramírez, 2010).

El tipo muestreo realizado fue selectivo-estratificado (sitios de dimensiones fijas circulares), se identificó el tipo de vegetación presente, una vez teniendo esto, se procedió a la determinación de la intensidad de muestreo, tamaño de muestra y el error de muestreo establecido en base al grado de confiabilidad determinado. Para la metodología selección de sitios una vez conociendo los parámetros anteriores se procedió a distribuir los sitios de muestreo forestal considerando la distribución espacial del ecosistema y las exposiciones o rodales predominantes y así se seleccionaron las exposiciones más representativas del

ecosistema las cuales fueron seleccionadas y georeferenciadas en gabinete para posteriormente con este dato ir a capo y realizar cada sitio seleccionado en gabinete. En la superficie forestal se levantó información dasométrica para los tipos de vegetación y/o comunidades vegetales presentes en el área del proyecto, tomando como referencia la franja del ancho y largo de la obra del proyecto en estudio; así pues se tiene que en áreas que sustentan vegetación forestal de selva baja caducifolia, se levantaron sitios circulares de 12.61 m de radio (500 m^2) y se realizó un conteo directo de los individuos presentes dentro de los sitios de muestreo seleccionados.

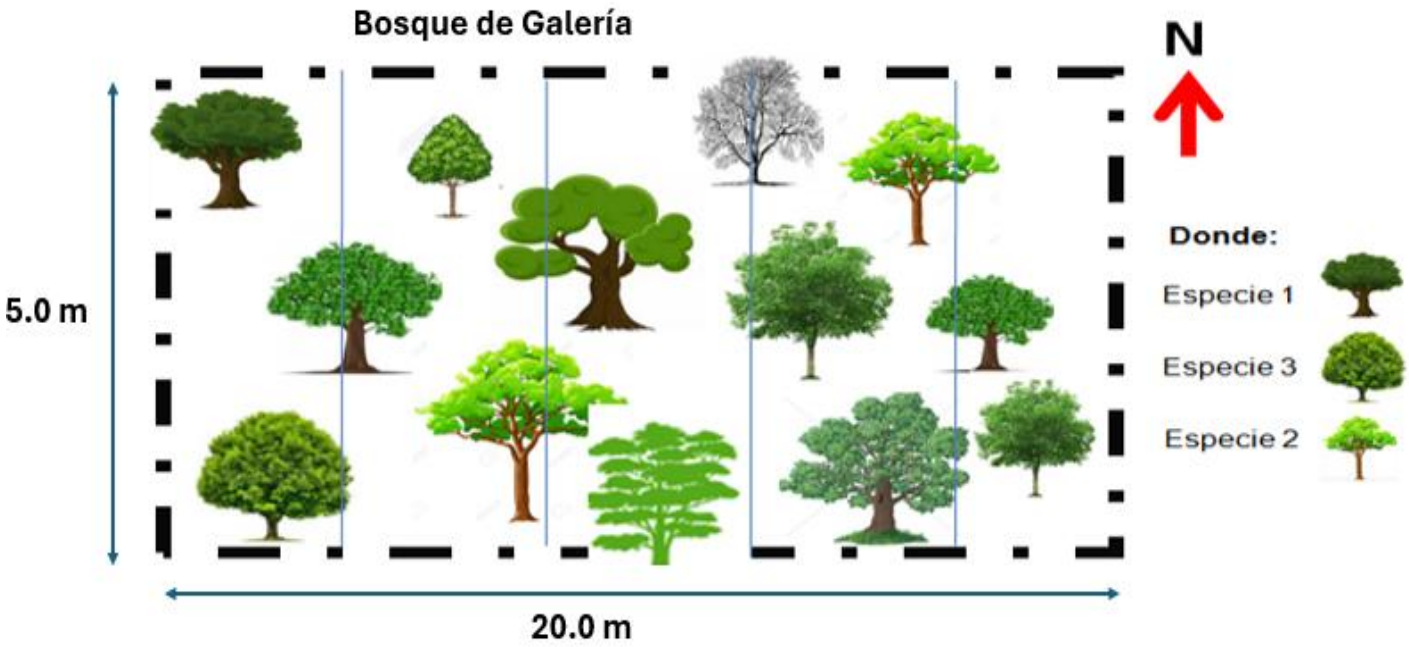
Para el bosque de galería fue utilizado un sitio rectangular (conteo directo). En la superficie forestal se levantó información dasométrica para este tipo de vegetación y/o comunidad vegetal de galería tomando como referencia el río Querétaro (20 m X 5 m); así pues tenemos que en áreas que sustentan de bosque de galería, se levantó un sitio rectangular de 20 X 5 m (100.0 m^2).

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, formatos que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro y altura de los individuos presentes donde se levantaron los sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal en campo de la selva baja caducifolia fue de la siguiente manera; se identificó el centro del sitio seleccionado, el cual fue georeferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color amarilla, una vez definido el centro del sitio se midió la pendiente en grados de inclinación del terreno para compensarlo, se dividió el circulo en cuatro parcelas (1, 2, 3 y 4), repartidas en los cuatro vértices geográficos (Norte, Este, Sur y Oeste), dichas parcelas fueron delimitadas del centro hacia las orillas y las orillas de la circunferencia marcando los arbustos que entrarían, una vez delimitado el sitio y las cuatro parcelas se prosiguió a la medición del arbolado, iniciando del norte en dirección a las manecillas del reloj, cuantificando cada especie de árboles, suculentas y arbustos y tomando su lectura real en cm. de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos, dicha información fue agrupada en cada una de las cuatro parcelas de cada sitio. Para la colecta de la información forestal en campo del bosque de galería fue de la siguiente manera; se identificó el límite de las orillas del sitio seleccionado (usando la técnica de Canfiel, pero contando todo el arbolado dentro del mismo), el cual fue georeferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color rojo los límites, dicha parcela fue delimitada de un lado a otro hacia el centro hacia las orillas y marcando los árboles y arbustos que entrarían, una vez delimitado la parcela y se prosiguió a la medición del arbolado, cuantificando cada especie de árboles, epifitas y arbustos y tomando su lectura real en cm de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos, (Figura II.12).

El estrato herbáceo fue analizado para conocer su abundancia, parámetros estructurales y valor de importancia biológica. Para lo anterior se establecieron cuadrantes de 1 m X 1 m (1 m², c/u). Brower & Zar (1984) consideran que sitios rectangulares proporcionan buena información de la vegetación herbácea y los cuadrantes de al menos 1 m², son apropiados. Para el análisis del estrato herbáceo, considerando el tamaño y abundancia de las hierbas, Brower & Zar recomiendan cuadrantes de 1 m², lo que puede dar confiabilidad para incluir especies representativas de un área dada. Dentro de cada sitio de 500.0 m² del muestreo del estrato arbustivo se estableció uno para las herbáceas, dicho sitio fue ubicado 5 m al norte del centro de cada sitio de muestreo y para el caso del bosque de galería se realizó este muestre a al centro del sitio rectangular. (Figura II.15).

Una vez ubicado y marcado el sitio, se medió y anotaron en los formatos diseñados para este tipo de vegetación, los datos requeridos. Dado que la vegetación evaluada en este sitio es frágil y puede verse afectada por el pisoteo al estar levantando los datos del apartado correspondiente, se recomienda que los datos de estos sitios sean los tomados en primer lugar y con el debido cuidado de no remover o alterar la superficie evaluada para evitar grandes diferencias en los datos registrados por el equipo de supervisión.



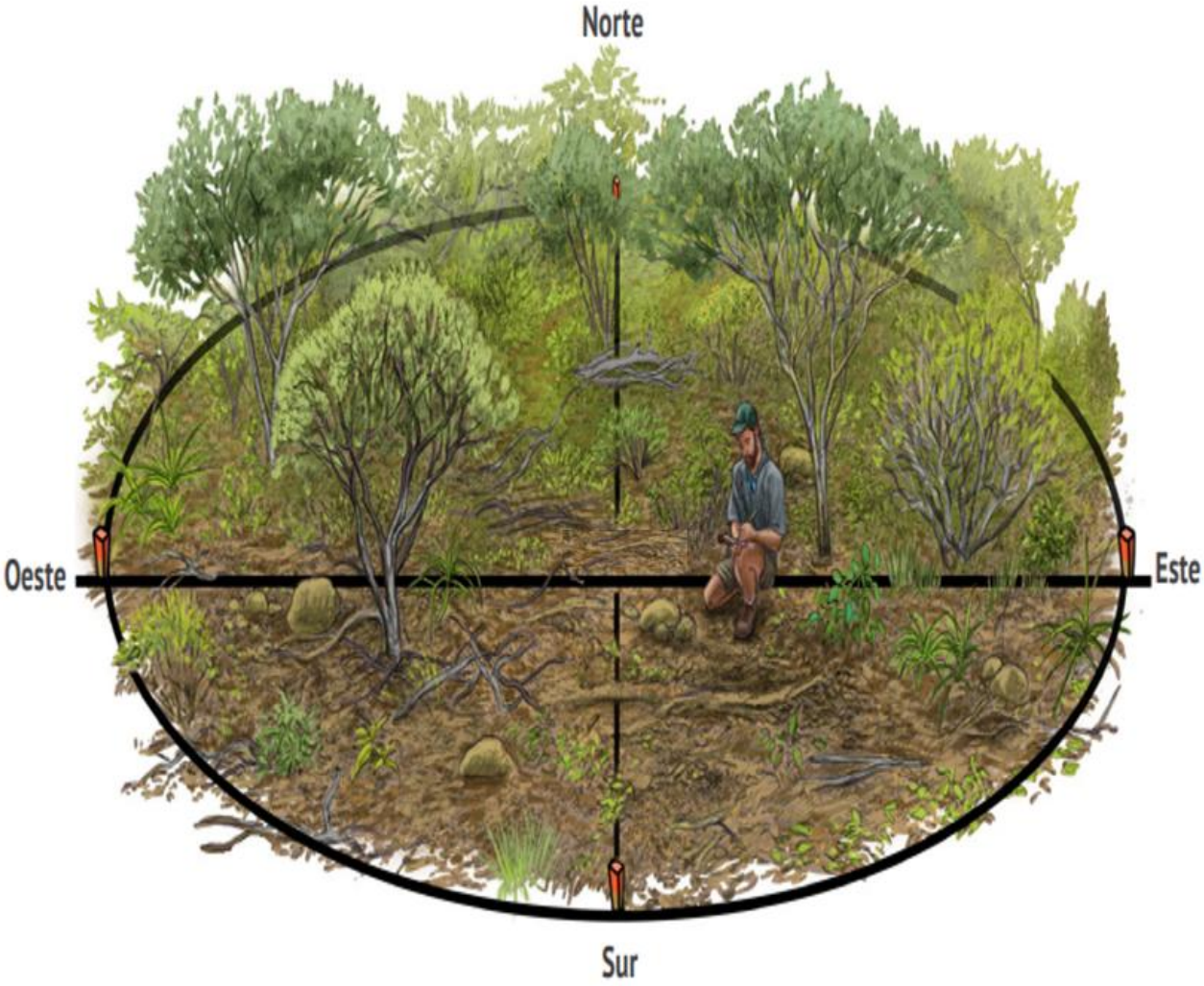


Figura II.12. Esquema especifico del sitio rectangular del muestreo forestal o conteo directo (arbóreo, epifito, suculentas y arbustivo)

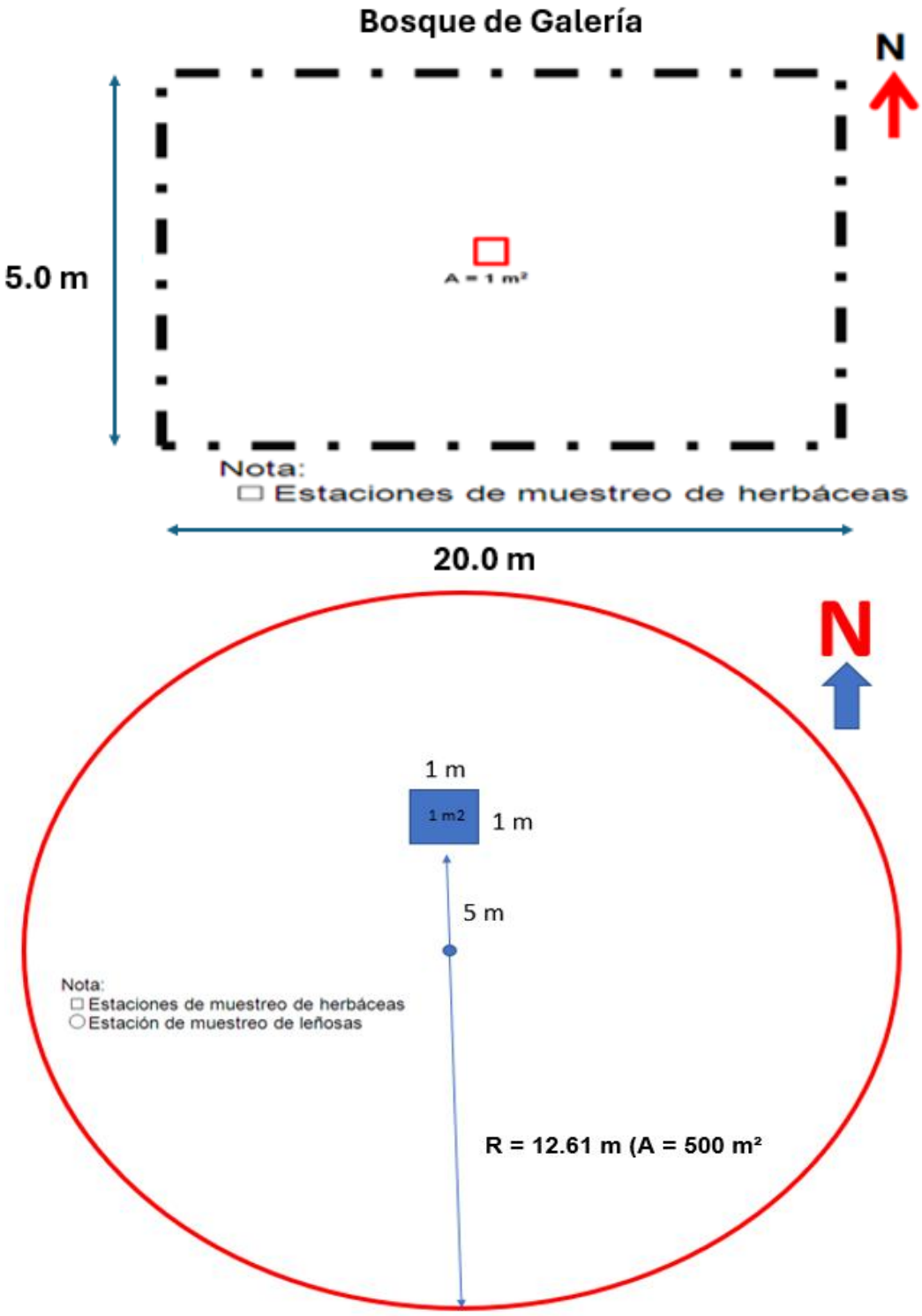


Figura II.13. Esquema especifico del muestreo herbáceo

Datos del Arbustos. Información dasométrica para la caracterización del arbolado como género, especie, condición (árbol vivo, muerto en pie o tocón), altura total. También se registra el vigor, daño, usos y mercado principal por individuo reportado. Para que una especie sea considerada como parte del arbolado, además de estar incluida en la parcela de 500 m² y 100 m^2debe tener un DAP igual o mayor a 5.0 cm.

En las selvas bajas se consideró en este apartado también todas aquellas plantas atípicas a los arbustos como cactáceas de crecimiento tipo “columnar”, agaves; las cuales se le registraron algunos datos, según el género y la especie.

Para el registro de la información correspondiente a datos de árboles y arbustos se consideró algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información solicitada. Para este fin se debe levantar la información de acuerdo a los pasos siguientes:

a) Ubicación y marcado físico del centro de la parcela de 500 y 100 m².

b) Para la delimitación del límite para el sitio, considero los transectos antes trazados, tomando como límite de la parcela, de la misma manera se procede con el marcaje a los lados este, sur y oeste para la remarcación de la parcela.

c) Posteriormente con la ayuda del clinómetro se procedió a estimar el porcentaje de pendiente por cuadrante delimitado para iniciar el conteo de los árboles y arbustos apoyándose con las cuerdas compensadas.

d) Con el apoyo de la cuerda compensada se inicia el conteo de los árboles y arbustos incluidos en el área de los 500 y 100 m² y con DAP igual o mayor a 5.0 cm. El conteo y numeración de los árboles, suculentas y arbustos se inicia del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj. De esta manera, por árbol numerado, se procede a registrar los datos dasométricos solicitados en el formato de inventario y datos del arbolado del informe; por cada individuo se determina el género, especie, nombre común, condición, diámetro normal, diámetro de copa, altura total, daño, usos, en caso de registrarse un uso de la especie.

II.2.5.2. Tamaño de la muestra.

De la superficie total forestal de los predios en estudio que requiere autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal, ubicado en el municipio El Marqués en el estado de Querétaro en referencia que son 5.3137 ha (Selva baja caducifolia (SBC) = 4.9302 ha y Bosque de Galería (BG) = 0.63 ha), cabe señalar que de la superficie total forestal antes señalada, la distribución del muestreo por tipo de vegetación y/o comunidad se realizó de la siguiente manera:

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresando en número de sitios de muestro de un tamaño definido. Una vez establecida las intensidades de muestreo, se realiza el cálculo del tamaño de la muestra tal y como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$n = \left(\frac{IM}{100} \right) * N$$

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (%)

N = Superficie total (ha)

n= (5.07)* 4.9302
100

n= 0.25 ha (Selva baja caducifolia (SBC)) y

n= (1.59)* 0.63
100

n= 0.01 ha (Bosque de Galería (BG))

Número de Sitios

En las áreas con vegetación forestal, el total de sitios requeridos para recabar la información de campo se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

$$NS = \left(\frac{n * 10000}{Ts} \right)$$

Donde:

NS = Número de sitios

n = Superficie a muestrear (ha)

Ts = Tamaño de la unidad de muestreo (m^2)

NS = (0.25 * 10,000)
500

NS = 5.0 sitios totales de Selva baja caducifolia y

NS = (0.01 * 10,000)
100

NS = 1.0 sitios totales de Bosque de Galería

Para el caso de las áreas forestales de los predios en estudio se ubica en el municipio El Marqués en el estado de Querétaro, el número de sitios analizados fueron los siguientes, para:

- Selva baja caducifolia (SBC) de las = **4.9302** hectáreas se levantó la información en 5 (cinco) sitios circulares de 500 m^2 lo que representa un total de 00-25-00 hectáreas.
- Bosque de Galería (BG) de las **0.63** hectáreas se levantó la información en 1 (uno) sitios rectangular de 100 m^2 lo que representa un total de 00-01-00 hectáreas.

Análisis del cálculo tamaño de muestra.

Los factores que determinan y calcular el tamaño de muestra son la varianza de la variable en estudio, precisión y confiabilidad. El primer factor es inherente a la población estadística en estudio, los dos últimos se prefijan de acuerdo a los objetivos del muestreo. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar el tamaño de muestra se deriva de la ecuación para calcular el error de muestreo de la media en poblaciones finitas.

Aprovechando las ventajas de la información obtenida de los rodales y estratos, el tamaño de muestra se determinó para un inventario estratificado. Así mismo, el tamaño de muestra se calculó en función del error de muestreo máximo requerido, conforme a la normatividad forestal, no mayor del 10%.

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresando en número de sitios de muestro de un tamaño definido. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

Para la estimación del tamaño de muestra se utilizó la metodología propuesta por Ortiz y Carrera (2002), desarrollada para inventarios que presenta varios tipos de vegetación, la fórmula empleada para el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{(t_{\alpha-1gl})^2 * (PSE)^2}{\frac{(E\%)^2 + (t_{\alpha-1gl})^2 * (PSE)^2}{N}}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra (Número de sitios)
tα-1gl =Valor de t-Student definido a una significativa alpha y con n-1 grados de libertad.
PSE= Desviación estándar ponderada tomando como referencia la superficie estrato.
E% = Error de muestreo en porcentaje máximo requerido a un nivel de confiabilidad establecido.
N = número de parcelas que puede contener el bosque.

Los parámetros del valor de t-Student y error de muestreo se establecieron con base a lo especificado en la NOM-152-SEMARNAT-2006, que indica que los trabajos de inventario se deben de desarrollar con un error de muestreo del 10% y una confiabilidad de 95%.

Tabla II.20. Tamaño de muestra estratificado.

Análisis Estadísticos	SBC	Total general
Superficie	4.9302	4.9302
Proporción (Pi)	1	1
Suma AB m²(Σ)	44.0341	44.0341
Media AB m²(Σ)	8.8068	8.8068
Varianza de la muestra	43.65	43.65
Desviación estándar AB m²(σ)	6.61	6.61

Análisis Estadísticos	SBC	Total general
*Desviación estándar Común AB m^2(σ*Pi)*	6.61	6.61
Error estándar		2.95
*Media común (Σ*Pi)*	8.8068	8.8068
Desviación estándar ponderada (PSE)		75.0555
Número de sitios posibles dentro del área de estudio (N)		493.02
Valor de t de student (t-α)		2.0167
Error de muestreo (E%)		5
Número total de sitios de muestreo estimados	4.9729	4.9729
Número total de sitios de muestreo realizados	5	5

Hoja de cálculo desviación estándar

http://www.alcula.com/es/calculadoras/estadistica/desviacion-estandar/
https://www.easycalculation.com/statistics/standard-deviation.php
https://miniwebtool.com/es/standard-error-calculator/

Con los datos de las muestras, se realizó el calculó de la media, la varianza, el error estándar, el error de muestreo y el coeficiente de variación, utilizando los valores propuestos por la tabla de student con una confiabilidad del 95% con 4 grados de libertad (n-1), cuyo valor es de 1.9822.

El tamaño de muestra requerido para el área del proyecto es de 4.9729 sitios de muestreo distribuidos en los distintos estratos. En total se obtuvieron 5 sitios de muestreo, número mayor a lo estimado, esto indica que el inventario tiene la capacidad de caracterizar los diferentes tipos de vegetación dentro del polígono del cambio de uso del suelo.

II.2.5.3. Intensidad de muestreo

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1 %, 0.5 % y 0.1 %, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera. La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque (Romahn y Ramírez, 2010).

De acuerdo con estudios anteriores, de esta índole (CUSTF), las intensidades de muestreo de acuerdo con experiencias (así como prácticas y representativas, para este tipo de estudios), son aceptables intensidades que van del 1 al 10 %, siendo las más notables en el rango del 1-4 %.

La intensidad de muestreo, en la mayoría de los casos, está en función de los siguientes aspectos (Carrillo, 2008):

- La variabilidad de la población
- La precisión de la información
- Del error de muestreo que se piensa tolerar
- Del grado de confiabilidad de la estimación y
- De los recursos disponibles.

Para determinar el tamaño de la muestra de nuestra población (entiéndase el bosque, selva o matorral), un aspecto importante es la definición de la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total. La relación porcentual entre el tamaño del área muestreada y el área de la población arroja una intensidad de muestreo (%), la cual está definida por la siguiente fórmula:

$$F = (n / N)*100$$

Donde:

F = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

La intensidad de muestreo para este proyecto en estudio se realizó tomando como referencia la superficie total de los tipos de vegetación y/o comunidad vegetal y la superficie donde se levantó la muestra para el proyecto, siendo de la siguiente manera (tabla II.21).

Tabla II.21. Superficie total del tipo de vegetación.

Tipo de vegetación y/o comunidad vegetal	Superficie total (ha)	Numero de sitio	Superficie muestreada (ha)	Intensidad de muestreo (%)
Selva baja caducifolia	4.9302	5	0.25	5.07
Bosque de galería	0.63	1	0.01	1.59

II.2.5.4. Información recabada en campo.

Para obtener los datos se realiza una estratificación de la vegetación, para ello, se considerará a un individuo como parte del estrato arbóreo solo si su diámetro normal era igual o mayor a 5.0 cm, mientras que para considerar a un individuos dentro del estrato arbustivo, este debe de tener un diámetro normal menor a los 5.0 cm. El tipo de vegetación del área de estudio se determina mediante un listado y un catálogo fotográfico con las especies registradas, dicho catálogo indicó el nombre científico de las especies, nombre común, familia, distribución, hábitat, usos, forma de crecimiento, tipo de vegetación y si alguna planta se encontraba catalogada bajo una categoría especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Altura

La altura es una de las principales medidas que se toman en campo para conocer la vegetación o especie de un sitio. La altura se mide de acuerdo al interés que se tenga y puede ser de forma cualitativa o cuantitativa (BOLFOR; Mostacedo, et al., 2000). Generalmente, cuando se quiere una mayor precisión de medición de la altura se utilizan instrumentos de alta precisión que toman un poco más de tiempo de usar en campo que cuando, se estima sin tomar cierta precisión, con lo cual esta medición puede ser muy rápida.

En campo se utilizó un método rápido de medición de altura donde se extiende hacia abajo una cinta métrica, registrando la lectura alcanzada en la cinta (h), esto, en caso de que el individuo arbóreo sea de menor altura que la persona que toma la medida, si por el contrario, el individuo arbóreo es de mayor altura que la persona midiendo, primero, se registra la altura del suelo hasta la punta del brazo extendido hacia arriba de la persona (h_1), para posteriormente alzar la cinta a la punta del árbol (h_2) y añadir esta lectura registrada en la cinta a la lectura anterior ($h= h_1 + h_2$) (Figura II.14).

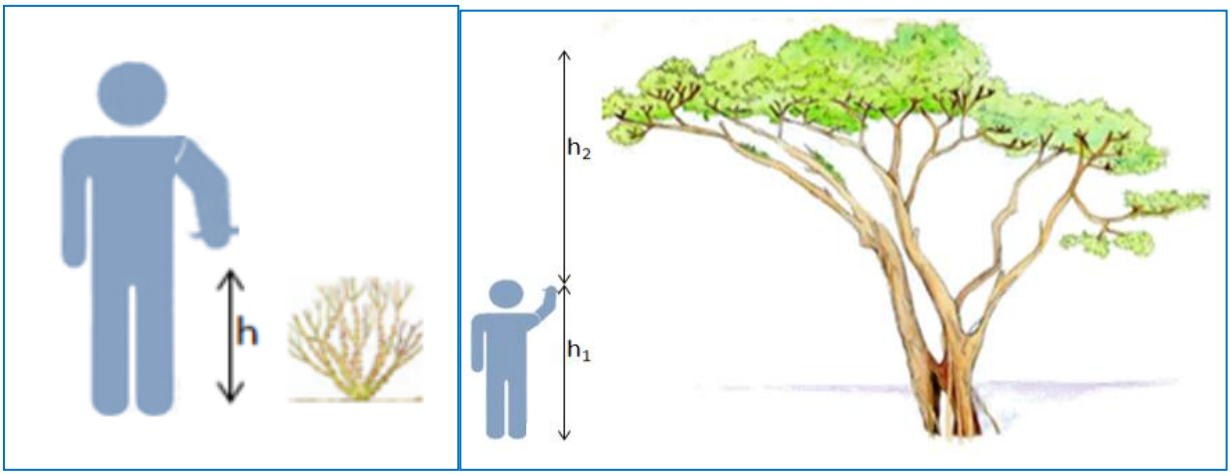


Figura II.14. Medición de altura de un individuo arbustivo (Izquierda) y de un individuo arbóreo (derecha).

Cobertura

Es posible estimar el porcentaje de cobertura arbórea mediante la medición directa en campo (Williams et al., 2003). Para esto, se midió en campo el diámetro de la proyección de la copa sobre el suelo. Pocas veces tal proyección es circular, por lo que se debe medir el diámetro por lo menos en dos direcciones perpendiculares (Ugalde, 1981), que por lo general es en las direcciones Norte a Sur y Este a Oeste. Fue en dichas direcciones en que tomó la medida en campo.

Variables cuantitativas (selva baja caducifolia y bosque de galería):

Sitio de 500 m² (circular) y 100 m² (rectangular).

La información que se obtuvo para cada árbol y arbusto en los sitios (unidades de registro) y parcelas de 500 y 100 m², es la siguiente:

- Árbol No.
- Clave de la especie
- Especie (unidad taxonómica)
- Nombre común
- Condición (árbol vivo, muerto o tocón)
- Diámetro normal
- Altura total

 Daño (por agente causante)

Sitio de 1 m².

En este sitio se tomó información de hierbas, pastos y líquenes, los datos que se recabados se refieren a:

 Porcentaje de cobertura en el área de 1 m² por los individuos arriba señalados por grupo de hierbas, pastos, líquenes u otro que se considere importante y representativo por su cobertura en el sitio.
 Cobertura expresada en porcentaje de los elementos que cubren la superficie del suelo en el sitio, como son: rocas, gravas, hojarasca, etc.

Variables cualitativas:

Para la toma de la información de las variables cualitativas, se utilizó un sólo cuestionario para cada unidad de muestreo primario o conglomerado, tratando de cubrir los aspectos generales de la vegetación de la zona y de la región caracterizada.

Las variables consideradas fueron las siguientes:

• Caracterización del medio natural

 Altura sobre el nivel del mar
 Pendiente promedio
 Fisiografía
 Exposición
 Uso actual del suelo
 Cobertura de la vegetación
 Nivel de afectación del suelo

• Factores Biológicos

 Tipo de vegetación predominante (verificación de la cartografía forestal en escala 1:250 000)
 Especies dominantes y codominantes para el estrato superior, medio e inferior
 Diversidad de especies por estrato
 Etapa sucesional

• Caracterización de las especies de flora en riesgo.

 Sujeta a protección especial (Pr)
 Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

 En peligro de extinción (P)
 Amenazada (A)

• Presencia de agentes de perturbación.

 Incendios
 Plagas y enfermedades
 Pastoreo
 Talas clandestinas

• Calidad de los factores ambientales.

 Condiciones generales de la vegetación
 Estructura de edades del arbolado

• Impactos ambientales en:

 Relieve y suelo
 Clima y calidad del aire
 Vegetación
 Fauna silvestre y pesca
 Conservación
 Cultura y economía local

• Usos del Recurso.

• Suelos

 Uso actual de suelo.
 Cobertura del suelo por la vegetación.
 Nivel de afectación en el suelo.

Las variables que se midieron se clasificaron en cuantitativas y cualitativas, dependiendo si los valores presentados tienen o no un orden de magnitud natural (cuantitativas), o simplemente un atributo no sometido a cuantificación (cualitativa). Dada la gran diversidad de características presentes en las coberturas vegetales, se tomó en cuenta la presencia de variables cualitativas y cuantitativas.

Se tomaron datos a nivel de sitio, del arbolado adulto, del renuevo, de la vegetación herbácea y del suelo. La relación de variables consideradas en el Inventario, así como su descripción y la forma en que se midieron se encuentran en los formatos correspondientes. Figura II.16.

Altura total con apoyo de un Clisimetro Sunnto:

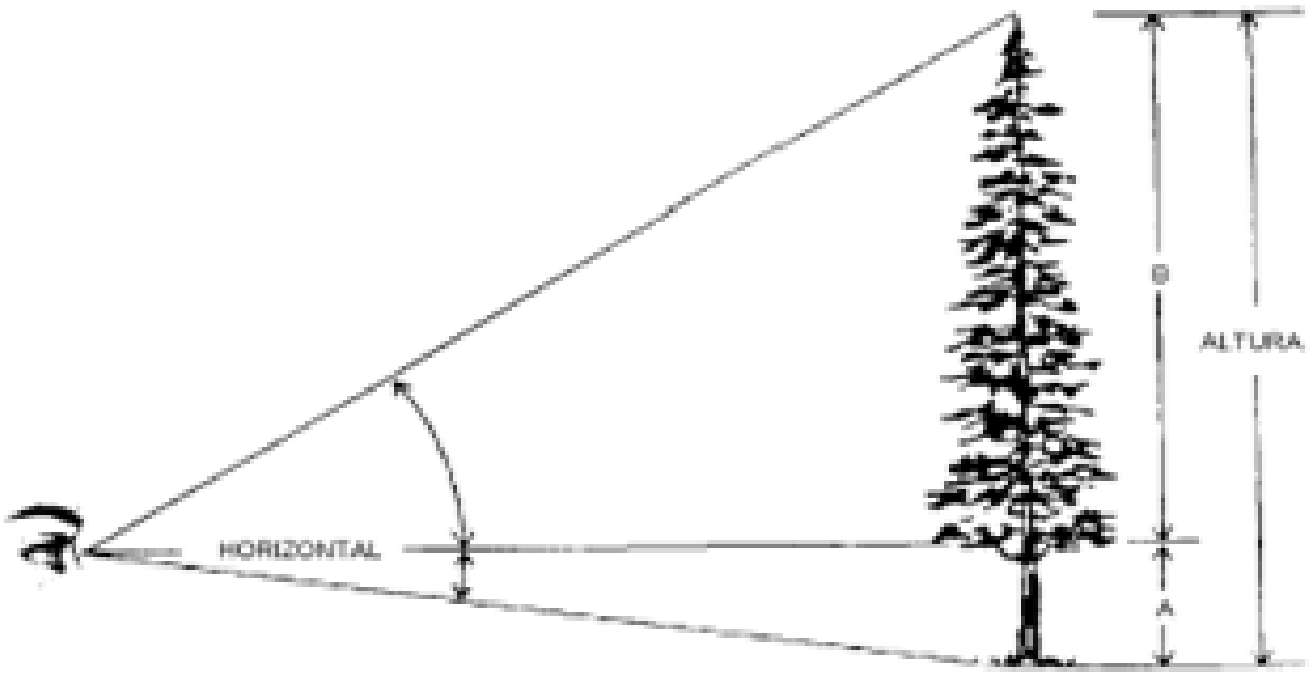


Figura II.16. Esquema general de toma de lectura de la altura de un árbol

Cálculo de la altura del árbol: figuras II.17 y II.18.

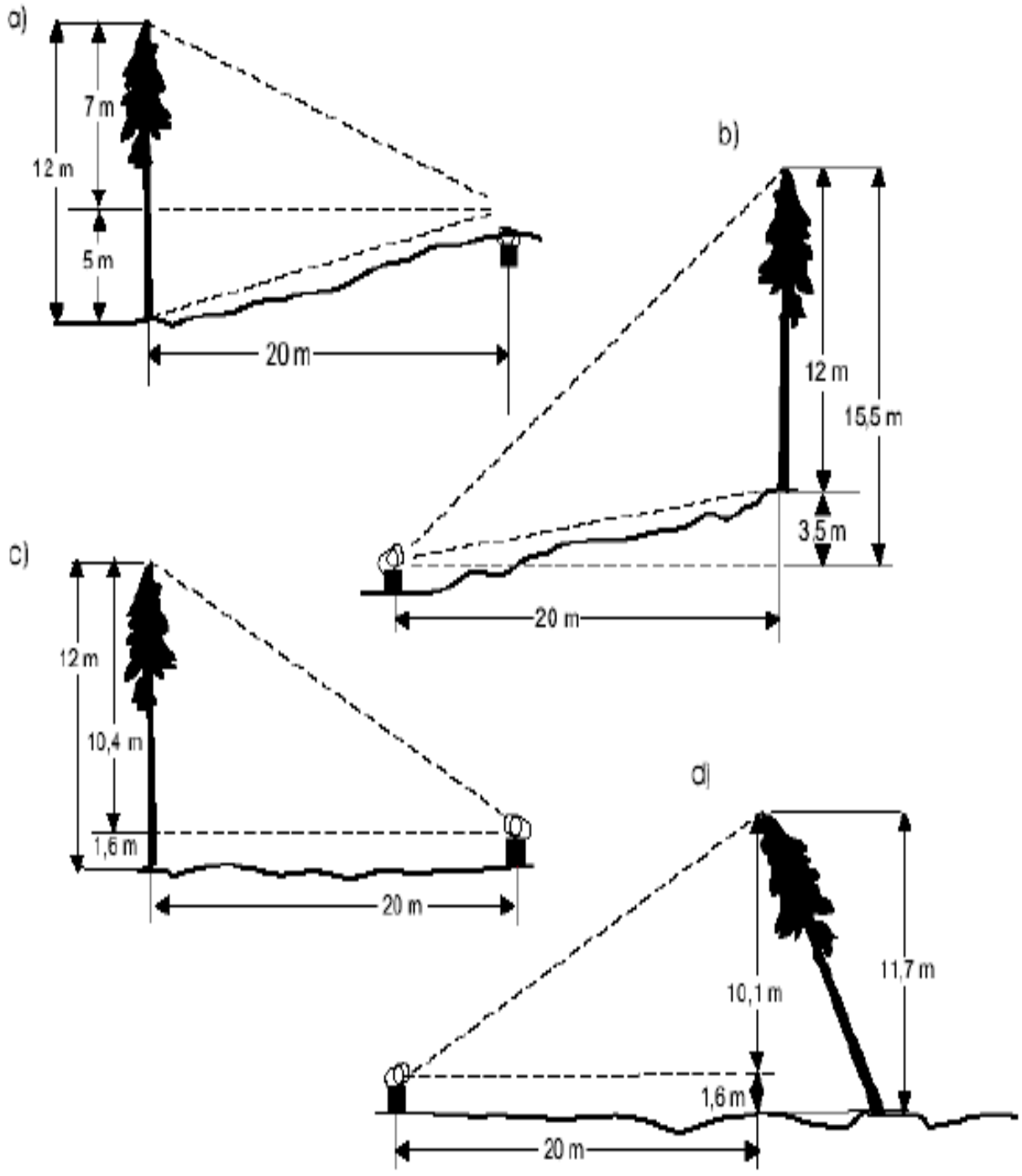


Figura II.17. Algunas consideraciones tomadas para la medición de alturas

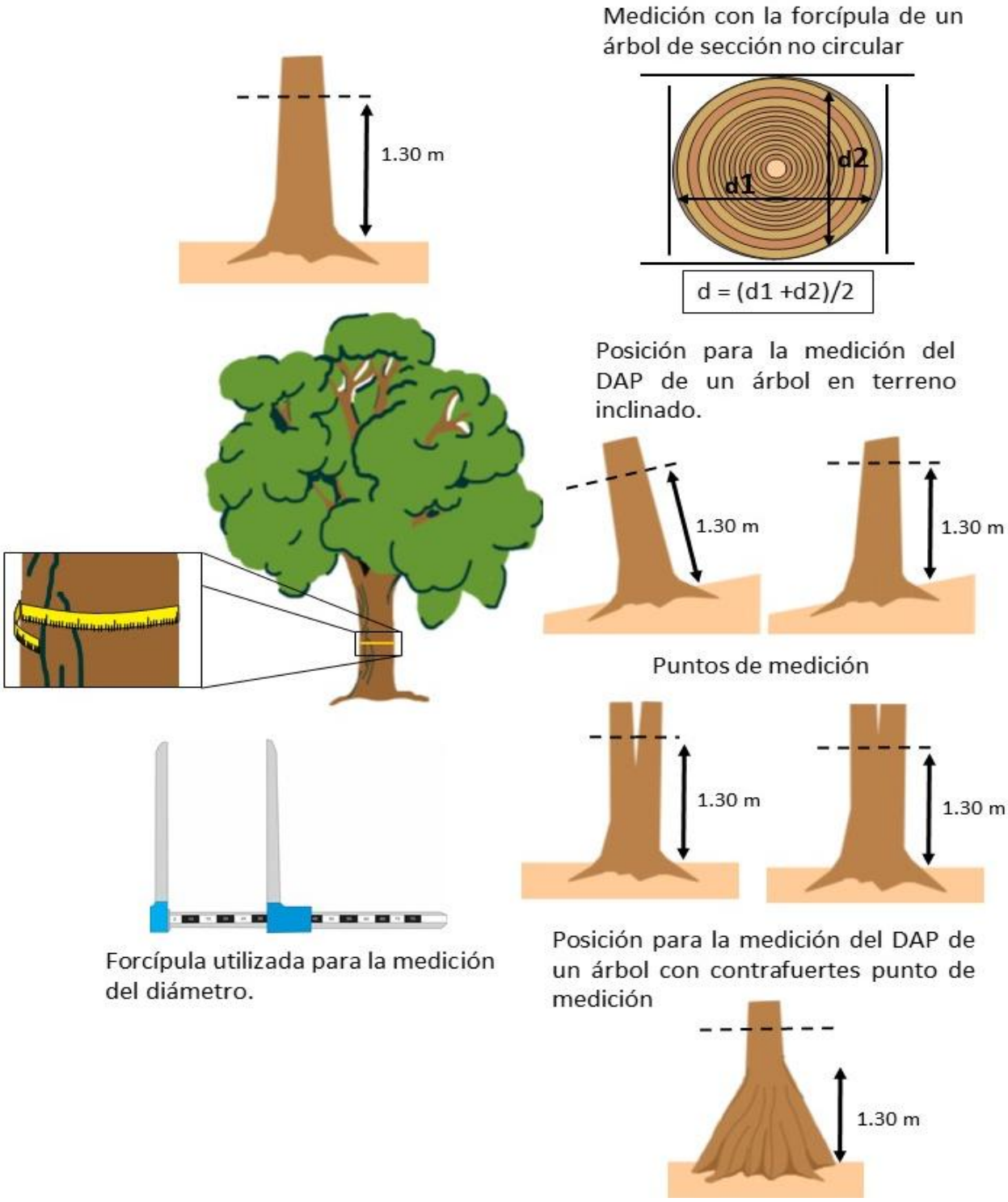


Figura II.18. Algunas consideraciones tomadas para la medición de DAP

Calidad de los resultados.

De esta manera se cotejó la información levantada por la cuadrilla con la información de la empresa supervisora. La evaluación de los datos consistió en:

• Ubicación precisa del conglomerado por sus coordenadas y condiciones del terreno en su condición original.

• Revisión y comparación directa de los datos totales del conglomerado.

• Comparación estadística de los datos del arbolado tomando en cuenta las variables de número de árboles presentes por sitio, especies reportadas por sitio, diámetro normal promedio, altura promedio, altura de fuste limpio, diámetro de copa, etc.

Material utilizado en la ejecución del muestreo de campo (por brigada).

- 1 Mochila de campo.
- 1 Chaleco para trabajo de campo (por brigadista).
- 1Altímetro/barómetro escape electrónico.
- 1 Clinómetro con funda de protección.
- 1 Brújula tipo bruntón con precisión a un grado.
- 1 Cinta diamétrica con repuesto.
- 1 Equipo G.P.S.
- 1 Cinta métrica (5 m) tipo carpintero
- 1 Cuerdas compensadas (20 metros).
- 1 Navaja.
- 1 Pintura aerosol color naranja fluorescente
- 1 Colectora de datos para captura de datos en campo
- Pilas de repuesto para cámara digital, colectora de datos y GPS.
- Reglas graduadas de 30 cm de longitud y con fondo contrastante para fácil lectura
- Bolsas de polietileno de 20 cm x 30 cm (para contener muestras de mantillo)
- 1 Tijera manual de poda (jardinera, para ramas pequeñas).
- 1 Regla metálica (30 cm).
- 1 Cámara fotográfica digital.
- Tablas de apoyo.
- 10 Banderillas por parcela de muestreo (para señalamiento) y/o cintas plásticas (colores llamativos).
- Prensa botánica.
- Papel secante.
- Cartón corrugado.
- Sobres de papel bond tamaño carta.
- 4 tubos de plástico de 1 m y ¾ de pulgada de diámetro, con 4 codos; para formar el área de muestreo de 1 m²

- Combustibles
- Cuerda o cinta marcada a cada metro, a 5, 10 y 15 metros y a 2 y a 4 metros
- Señalador de escala para fotografía (tubo de 1.30 m marcado a cada 10 cm, y tabla con triangulo de 30 cm).
- Bolsas de polietileno negras de 1 metro de ancho mínimo (para cuarteo)
- Tijeras
- Machete
- Martillo de goma
- Etiquetas preimpresas y formatos para datos de campo

Equipo de seguridad.

- Botas de cuero con protección hasta la rodilla.
- Protección contra mordedura de víbora
- Sombrero o gorra para prevenir insolación.
- Radio de comunicación de largo alcance.
- Botiquín con el siguiente contenido:
- 2 sueros antiviperinos “antivipmyn”
- 1 suero antialacrán, “alacramyn”.
- 1 suero antiaracnido “aracmyn”
- AVAPENA
- Alcohol de caña.
- Gasas.
- Vendas.
- Tablilla.
- Cinta adhesiva tipo micropore.
- Pomada para golpes.
- Pomada para quemaduras.
- Suero en polvo para deshidratación.
- Succionador de veneno.

Equipo de transporte

- Camioneta tipo pick up doble cabina, equipada con winche mecánico.
- Extintor tipo ABC 2 kg. 3.3
- Doble llanta de refacción.
- Equipo básico de mecánica: desarmador, llaves, cruceta, gato, señalamientos para carretera.
- Cadenas.

Documentación

Oficio de comisión, firmado por la compañía contratista, especificando el lugar, objetivo y periodo de la comisión.

Credenciales de identificación para cada integrante de cuadrilla

Permisos especiales de entrada a las áreas que lo requieran: (áreas naturales protegidas, áreas de alto riesgo de narcotráfico, comunidades con problemas legales, reservas indígenas y propiedades privadas).

II.2.5.5. Cálculo de estimación de volúmenes

Cálculo de la hectárea tipo

En un ecosistema se pueden obtener dos tipos productos; materias primas maderables y no maderables. En los primeros esta: madera en rollo, brazuelo, leña, postas rusticas para cerco y labrados a hacha para viga y postes, cuya unidad de medición son m³ RTA o VTA (metros cúbicos rollo o volumen total árbol/ha). En los no maderables están las fibras duras (Ton/ha), cerote (Ton/ha), o directamente individuos como plantas de maguey y cactáceas.

Para la estimación de la hectárea tipo, se agrupan los sitios de muestreo por estrato (tipo de vegetación) y para cada obra, una vez obtenido el volumen promedio por hectárea, se realiza una inferencia a la superficie total del proyecto.

La estimación de las existencias reales totales en predio en estudio demanda la utilización de herramientas que ayuden a la obtención de las variables necesarias para tal fin, una de ellas es el inventario forestal que trata de describir la cantidad y calidad de los árboles o arbustos de un bosque o matorral y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos (Romahn, et al. 1994).

Dada la condición natural de las especies, en cuanto a la variación de su crecimiento y morfología, no se tiene información documental comprobada de la existencia de algún modelo de estimación de volumen específico para cada una de las especies involucradas y para las condiciones del área de interés. Por lo tanto, para el caso que nos ocupa, se cuantificará el volumen de las materias primas forestales a través del número de individuos a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo, considerando a las especies maderables y no maderables.

Para la cubicación de la madera en rollo, para algunas especies de clima templado como coníferas, o latifoliadas en selvas tropicales, matorrales, se puede realizar con la utilización de las fórmulas que emplean los tipos dendrométricos principales, cilindro, neiloide, paraboloide, cono, considerando la aplicación correcta de los criterios para la medición de diámetros y alturas de acuerdo con forma y características de la especie en cuestión. Debido

a la imposibilidad de utilizar los métodos convencionales para la cubicación de ramas y brazuelo que se obtienen de la copa (construyendo paralepípedos y aplicando coeficientes de apilamiento), se deberá considerar un modelo matemático que, en base a las dimensiones del árbol o arbusto, proporcione una estimación de esta componente.

En las especies forestales de las cuales se obtienen madera en rollo, se utilizan tablas o tarifas de volúmenes, los cuales son tablas de una doble entrada, utilizando variables dasométricas de fácil medición (diámetros y alturas), proporcionan una estimación del volumen en m^3 RTA o VTA (metros cúbicos total árbol). Las tablas de volumen generalmente se construyen para una especie o grupo de especies para una determinada región forestal, razón por la cual el responsable deberá considerar utilizar la tabla utilizada para la especie o especies preferentemente en la región de estudio y que además esté validada, es decir construida con validación estadística, publicada y/o aprobada por las delegaciones de la SEMARNAT.

En especies forestales maderables de crecimiento no definido, como especies de zonas áridas, cuyo principal uso es para leña, carbón y postas rústicas se utilizará los métodos de análisis dimensionales o análisis alométrico, empleando modelos estadísticos ya probados y que su uso es ampliamente aceptado. Las variables que utilizan estos modelos pueden ser, cobertura aérea, diámetro de copa, diámetro basal, diámetro a la primera rama, altura total, altura a la primera rama, etc. En el empleo de estas técnicas se deberá especificar los criterios de selección del modelo, y resultados obtenidos con cada modelo.

Para ambos casos anteriores, en caso de no contar con las tablas o tarifas de volumen o no tener los métodos de análisis dimensionales o análisis alométrico, se deberá utilizar los modelos o ecuaciones matemáticos utilizados para estimaciones dasométricas del inventario nacional forestal (CONAFOR) para cada grupo de especies forestales de cada estado.

Con base en los objetivos del proyecto y la afectación que este implica a la vegetación forestal dentro del área del predio en estudio, únicamente se cuantifica las materias primas del área sujeta a cambio de uso de suelo en terreno forestal.

Densidad de plantas por hectárea.

Densidad. Es el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. Es una buena medida cuando se pueden diferenciar individuos. Esto es complicado en plantas que se reproducen vegetativamente, que tienen un crecimiento por estolones o macollos o bien que se entierran parcialmente y salen en otro punto. Es difícil diferenciar individuos en muchas especies de pastos, ciperáceas, enredaderas, entre otras. Cuantificar individuos de especies herbáceas en humedales es muy complejo por la forma de crecimiento de muchas de las especies que los componen o bien porque un buen número tiene reproducción vegetativa. Si el conteo de individuos no es correcto, se está dando un valor por abajo o por encima del verdadero.

Para este punto se llevó a cabo un muestreo para estimar el número de individuos existentes y la cantidad de volumen a remover debido a que se registraron solo un tipo de vegetación y/o comunidad vegetal a lo largo de las áreas del predio en estudio de la superficie forestal la cual presenta variaciones en cuanto a densidades en el arbolado, arbustos y densidades de sotobosque o estrato herbáceo. A continuación, se describen las densidades encontradas por tipo de vegetación y/o comunidad vegetal para la obra del proyecto.

a). Densidad de individuos por hectárea (**tabla II.22**).

Tabla II.22. Indicador.

Indicador/selva baja caducifolia		**Densidad Núm./Ind. /ha**
5 sitios	Estrato arbóreo	1460
	Estrato arbustivo	2512
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	3432
	Estrato herbáceo	40200
Indicador/bosque de galería		**Densidad Núm./Ind. /ha**
1 sitio	Estrato arbóreo	200
	Estrato arbustivo	400
	Estrato herbáceo	40000

Cabe señalar que en el número de individuos por hectárea se consideran desde árboles, arbustos, renuevo, cactáceas, agaves, epifitas y herbáceas, aunque no se registraron en el muestreo son un elemento importante en la comunidad vegetal que incrementaron el número de individuos por hectárea en cada tipo de vegetación y/o comunidad.

Cobertura de copas.

Es la superficie que cubre la proyección vertical del follaje de la planta. Sería parecido a su sombra a las 12 del día. Es una indicación de la superficie que produce sombra a otras plantas y del área que ocupa la raíz y por tanto del espacio del que toma nutrientes y agua. Ello da una idea del área que requiere esa planta para vivir. El valor de cobertura se obtiene por individuo o por especie, por unidad de muestreo. Hay varias formas de medir la cobertura. La primera es el largo por ancho de la planta, pues se asume que tiene forma de ovalo o de rectángulo, y se mide con una regla o un metro. Se suman todos los datos de una misma especie para dar el valor por unidad de muestreo. Otra manera es utilizando una

aproximación visual y asignando un valor de una escala, la cual para este estudio se aplicó esta última. Es un método mucho más rápido, pero de menor exactitud, y como siempre, la decisión de cual utilizar dependerá de los objetivos del estudio. En este caso es importante que las personas que van a hacer las mediciones practiquen antes y se aseguren de coincidir en el valor de la escala que asignan.

Las escalas más usadas son la de Braun-Blanquet (1932) y la de Westhoff y van derMaarel (1978), aunque hay otras en la literatura por ejemplo la de Kent y Coker (1992). La primera incluye además de un porcentaje, símbolos para los valores más bajos. La segunda combina la cobertura con la abundancia, pues en los valores más bajos, cuando la cobertura es menor del 5% de la unidad de muestreo, se utilizan valores de abundancia. En esta escala todos son números por lo que todos los niveles se pueden usar para cálculos numéricos como es el valor de importancia. Por lo que para el presente estudio utilizaremos la escala de Braun-Blanquet (1932), ver **tabla II.23.**

Tabla II.23. Escalas de cobertura más usadas son la de Braun-Blanquet (1932) y la de Westhoff y van der Maarel (1978)

Braun-Blanquet (1932)		Westhoff y van der Maarel (1978)	
5 =	cualquier número de plantas, con una cobertura mayor al 75%	9 =	más del 75% del cuadro
4 =	cualquier número de plantas, con una cobertura entre 50 y 75%	8 =	entre 50 y 75%
3 =	cualquier número de plantas, con una cobertura entre 25 y 50%	7 =	entre 25 y 50 %
2 =	cualquier número de plantas, con una cobertura entre 5 y 25%	6 =	entre 12.5 y 25%
1 =	numerosas pero que cubren menos del 5%, o bien dispersas que cubren hasta 5% del área	5 =	entre 5 y 12.5%
x =	pocas, con baja cobertura	4 =	menos de 5%, pero más de 10 individuos, demasiados para contar
r =	Solitarias, con baja cobertura	3 =	menos de 5%, más de 10 individuos y se pueden contar
		2 =	menos de 5%, entre 3 y 10 individuos
		1 =	menos de 5%, 1 a 3 individuos

Para ello se delimito el área de muestreo, se ubican todos los individuos de la especie que se va a valorar, visualmente se colocan juntos sin alterar su forma, es decir sin comprimirlos. Se empieza preguntándose si ocupa más o menos del 50 %. Si es más de la mitad la

pregunta es si ocupa más del 75% o menos, y se asigna el valor correspondiente, según la escala que se esté utilizando. Se hace lo mismo si el valor es menor de la mitad.

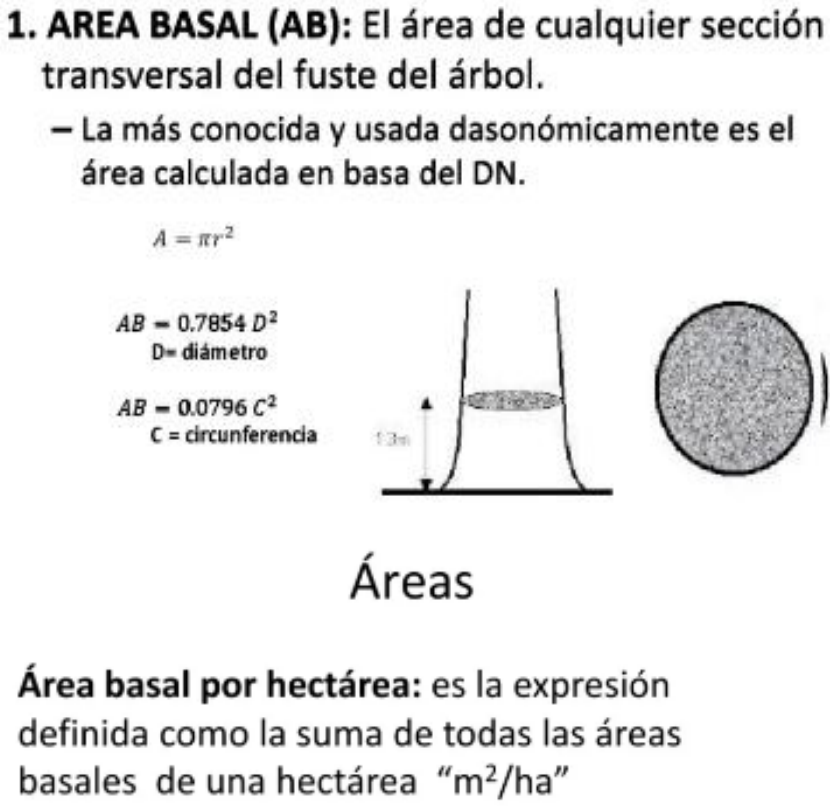
Con las lecturas del diámetro de las copas tomadas para cada tipo de vegetación se determinó la cobertura de las densidades encontradas, registrándose para estos tipos de vegetación y /o comunidades densidades muy variadas. **Tabla II.24**.

Tabla II.24. Cobertura de los estratos de la vegetación muestreada en el proyecto en estudio (Braun-Blanquet (1932)).

Tipo vegetación	No sitio	Escala de cobertura			
		Estrato arbóreo	Estrato arbustiva	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	Estrato herbáceo
Selva baja caducifolia	1	3	4	r	5
	2	2	2	r	5
	3	2	2	r	5
	4	3	4	r	5
	5	2	3	r	3
Bosque de galería	1	3	1	NA	2

Área basal (DAP).

Es el diámetro del tronco a la altura del pecho, es decir aproximadamente a 137 cm de altura. Se mide el tronco del árbol y si es un arbusto, se mide cada rama y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo. Es preferible usar para ello una cinta dasométrica. Cuando se usa área basal, cada individuo tiene un valor. En general el árbol con mayor área basal es el que tiene mayor altura y por tanto es el dominante. Por tanto, frecuentemente se usa el área basal como un índice de dominancia.



Cada especie en cada unidad de muestreo tendrá un valor. Este podrá ser presencia o ausencia (1 o 0), o bien un valor de cobertura o área basal. Los datos se pueden transformar a valor de importancia por especie, o bien analizarse por métodos multivariados de agrupación (clasificación) u ordenación, **tabla II.25**.

Tabla II.25. Área basal de los sitios de muestreo del área de estudio

Tipo de vegetación	No sitio	Coordenada X	Coordenada Y	Clave	Área basal M²
Selva baja caducifolia	1	366003	2278791	SF1	17.9998
	2	364773	2279616	SF2	2.4127
	3	364394	2279872	SF3	2.3295
	4	363160	2281038	SF4	10.1646
	5	363647	2281753	SF6	11.1275
Bosque de galería	6	363616	2281958	SF5	2.6719

II.2.5.6. Metodología de estimación de volúmenes

La estimación de las existencias reales totales en el o los predios de cada obra del proyecto y donde se efectuará el Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF) demanda la utilización de herramientas que ayuden a la obtención de las variables necesarias para tal fin, una de ellas es el inventario forestal que trata de describir la cantidad y calidad de los árboles o arbustos de un bosque y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos (Romahn, et al. 1994).

Dada la condición natural de las especies, en cuanto a la variación de su crecimiento y morfología, no se tiene información documental comprobada de la existencia de algún modelo de estimación de volumen específico para cada una de las especies involucradas y para las condiciones del área de interés. Por lo tanto, para el caso que nos ocupa, se cuantificará el volumen de las materias primas forestales a través del número de individuos a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo, considerando a las especies maderables y no maderables.

Con base en los objetivos del proyecto y la afectación que este implica a la vegetación forestal dentro del área solicitada para cambio de uso de suelo, únicamente se cuantifica las materias primas del área de afectación de las obras del proyecto.

Secuencia de cálculo estimación de existencias de volumen de materias primas forestales totales de la selva baja caducifolia donde se solicita CUSTF

Una vez obtenido el volumen por individuo por sitio, estos valores se conjugaron para obtener el volumen total de todos los sitios de cada segmento perteneciente al tipo de vegetación dentro de la zona de afectación del Proyecto, tanto por especie como el total del sitio, además de otras variables características como la cobertura promedio de copa y altura promedio.

Estos totales, fueron transformados a valores por hectárea utilizando un factor de conversión, basado en la superficie muestreada de la siguiente forma:

$$fc = \frac{1}{AMTVC}$$

Donde:

AMTVC: Área total muestreada por tipo de vegetación dentro del área del proyecto.

A partir del cual, utilizando el total de los árboles y arbustos de todos los sitios por tipo de vegetación dentro del Proyecto propuestas para cambio de uso de suelo, se determinó el número de arbustos por hectárea en cada uno para cada especie con la siguiente expresión:

$$Arboles / ha = fc * Total\ Arboles\ de\ la\ Muestra\ \ por\ TVC$$

Donde:

TVC = Tipo de vegetación dentro del proyecto.

Para la determinación de las existencias rollo total árbol por hectárea, por especie por tipo de vegetación por dentro de la zona de afectación del proyecto, se obtuvo con la expresión:

$$ERTA = Arboles / Ha * Total\ Volumen\ de\ Muestra\ \ \ por\ TVC$$

Donde:

TVC = Tipo de Vegetación dentro del área del proyecto.

Así, las existencias totales por especie por tipo de vegetación presente dentro de las zonas de afectación del área del proyecto resultaron de la suma de todos los volúmenes. Para el cálculo de las existencias reales totales por cada polígono del predio para cada especie, se extrapolan las existencias reales por ha a la superficie neta de cada uno de estos. De forma similar, para Estimar el volumen de materias primas por especie derivadas del cambio de uso del suelo, los resultados de volumen y número de árboles o arbustos por hectárea son inferidos relacionando dichos valores con la superficie de cada predio que será afectado.

Cuantificación de volúmenes por especie.

Para la determinación de volumen promedio a intervenir, se calculó utilizando algunos modelos o ecuaciones matemáticas aplicables a algunas especies.

De esta manera para las especies de mezquite y retama se utilizó el siguiente modelo matemático, utilizado para el *Prosopis laevigata* (mezquite):

ECUACIÓN PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$$V = (0{,}47506) * (D^2 * H)^{(0{,}997374)}$$

DONDE:

D = DIÁMETRO (m)

H = ALTURA (m)

Otros de los modelos que se aplicaron son por ejemplo, el de Schumacher de Acacias, aplicado para las especies de Huizache, huizache chino, palo dulce, garruño el cual se describe a continuación;

$$V = e^{Bo} * D^{B1} * A^{B2}$$

Donde:

$$B_0 = -9.4755555$$
$$B_1 = 1.9901990$$
$$B_2 = 1.1736680$$

D = Diámetro (cm)
A = Altura (m)
e = Exp = Base de los logaritmos naturales (2.718282)

QUE SUSTITUYENDO NOS DA:
ARBOLES

Vol = Exp (-9.4755555)*(D)^(1.9901990)*(A)^(1.1736680)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
D= Diámetro (cm)
A = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales (2.718282)

Para las especies de Copal, copal blanco, anacua, coyotillo, se aplicó el siguiente modelo matemático, acorde a las características fenológicas arbustivas de las especies:

Vol = Exp (-9.8839+2.245 Ln Db+0.658 Ln Ht)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
Db= Diámetro basal (cm)
Ht = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales (2.718282)
Ln = Logaritmo natural del argumento

Para la especie de Granjeno se utilizó su propio modelo matemático elaborado para Granjeno*:*

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Guayacum angustifolia (GUAYACAN) Y *Celtis pallida*
(GRANJENO)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0,593143)+(0,34349)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Para la especie de Condalia se utilizó su propio modelo matemático elaborado para *Condalia hookeri:*

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Condalia hookeri (BRASIL)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0,103511)+(0,27891)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Todos estos modelos matemáticos fueron recopilados del estudio de la publicación denominada “Ecuación para calcular el volumen de especies del matorral de la región de Linares N.L. (Villalon, 1989, Facultad de ciencias forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León”.

Para la especie de Palo blanco se utilizó su propio modelo matemático elaborado para duras tropicales de selva baja caducifolia*:*

DURAS CORRIENTES TROPICALES DE SBC

Modelo $V = C_1 + C_2\, AD^2 + C_3 AD + C_4 A + C_5 D^2$

Ecuación $V = 0.01686 + 0.56743\,(10^{-4})\, AD^2$

Que sustituyendo nos da:

Árboles

Vol = 0.01686 + 0.56743(10^-4)(A)(D^2)

Donde:

Vol = Volumen en m^3 r. t. a.

D= Diámetro (cm)

A = Altura total (m)

Para la especie de Chamiso, Montanoa, Cinco negritos, Aloysia, Caratacua, forestiera, Peisto, Viejo o carrasquilla, dalea, Pie de paloma, tiangis, hierba de ángel se utilizó su propio modelo matemático elaborado para arbustos xerófilos*:*

Arbustos xerófilos

Vol =1.37549*(ϕ^2*h)^1.42384

Donde:

V= volumen

β= 1.37549

ϕ= diámetro basal

h= altura

p1= 1.42384

Para la estimación del volumen se corre en SAS una regresión lineal (con un conjunto de datos diámetro basal y alturas)
Fuente: Martinez Salvador 2014. Reporte de modelos de volúmenes para especies arbustivas de zonas áridas.

De igual manera es necesario aclarar que para la captura y estimaciones dasometricas o volumétricas de las especies forestales de esta comunidad vegetal identificada y muestreada, los datos de campo se agruparon en clases diamétricas y de altura, lo anterior derivado a que las tablas y tarifas de volumen utilizadas así están clasificadas, para su estimación y agrupándolos como a continuación se señala:

Clases o categorías diamétricas y de altura utilizadas en este estudio:

Para la altura de los árboles y arbustos (tabla II.23):

CLASE O CATEGORÍA ALTURA (M)	RANGOS (M)	VALOR REGISTRADO DE LA CATEGORÍA EN EL MUESTREO (M)
1	3.5 – 7.4	5.0
2	7.5 – 12.4	10.0
3	12.5 – 17.4	15.0
4	17.5 – 22.4	20.0
5	22.5 – 27.4	25.0

Para el diámetro de los árboles y arbustos (dap) (tabla II.24):

CLASE O CATEGORÍA DIAMETRICA (CM)	RANGOS (CM)	VALOR REGISTRADO DE LA CATEGORÍA EN EL MUESTREO (CM)
1	3.5 – 7.4	5.0
2	7.5 – 12.4	10.0
3	12.5 – 17.4	15.0
4	17.5 – 22.4	20.0
5	22.5 – 27.4	25.0
6	27.5 – 32.4	30.0
7	32.5 – 37.4	35.0
8	37.5 – 42.4	40.0
9	42.5 – 47.4	45.0
10	47.5 – 52.4	50.0
11	52.5 – 57.4	55.0
12	57.5 – 62.4	60.0
13	62.5 – 67.4	65.0
14	67.5 – 72.4	70.0
15	72.5 – 77.4	75.0

Volumen e individuos.

Para el cálculo de las existencias reales totales de los predios o áreas que requieren autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal del Proyecto en estudio (selva baja caducifolia), en estudio para cada especie, se extrapolan las existencias reales por ha a la superficie neta de cada uno de estos. De forma similar, para estimar el volumen de materias primas por especie derivadas de los predios en estudio, los resultados de volumen y número de árboles por hectárea, son inferidos relacionando dichos valores con la superficie de los predios en estudio, **tabla II.26**.

Tabla II.26. Los resultados de la cuantificación de volumen por especie a intervenir son:

Relación de volumen total a remover			
Predio	**Tipo de vegetación**	**Superficie (HA)**	**Volumen Total/ tipo de veg. m³ V.T.A.**
Línea de Transmisión (LT)	Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	12.0715
	TOTAL	**4.9302**	**12.0715**

RESUMEN TOTAL POR TIPO DE VEGETACIÓN

Tabla II.27. selva baja caducifolia (SBC = 4.9302 ha)

Especies Leñosas (Maderables)

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA CUSTF (4.9302 ha)
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	320	0.2054	1.0127
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	168	0.2003	0.9876
3	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	60	0.0009	0.0047
4	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	32	0.0042	0.0209
5	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	432	0.4159	2.0506
6	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	40	0.7704	3.7983
7	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	172	0.2398	1.1822
8	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pájaro	4	0.0003	0.0015
9	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	852	0.0012	0.006
10	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	0.0389	0.1916
11	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	220	0.00004	0.0002
12	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	44	0.2926	1.4426
13	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	68	0.0321	0.1583
14	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	12	0.00002	0.0001
15	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	12	0.0001	0.0003
16	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	36	0.0003	0.0013
17	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	12	0.00003	0.0002
18	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	352	0.1838	0.9063
19	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	168	0.0038	0.0188
20	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	28	0.0001	0.0004

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA CUSTF (4.9302 ha)
21	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	40	0.0001	0.0006
22	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	552	0.0429	0.2115
23	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	28	0.0001	0.0004
24	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	40	0.0151	0.0744
	TOTAL		**3700**	**2.4484**	**12.0715**

Especies no Maderables

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	NUM/IND/CUSTF (4.9302 ha)
1	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	48	276
2	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina (Trel.) Gentry*	Maguey	20	99
3	*Aloe vera* L.	Sabila	56	276
4	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	236	1164
5	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	12	59
6	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	1040	5127
7	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	56	276
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	72	355
9	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	96	473
10	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	20	99
11	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	120	592
12	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	4	20
13	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	4	20
14	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	1920	9466
	TOTAL		**3704**	**10670**

El desglose de los volúmenes por especie de los predios sujetos a cambio de uso de suelo en terreno forestal de la obra en estudio se aprecia en el **anexo IX.4.E** de este estudio.

Procedimiento para determinar el método de muestreo aplicado en la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, tomando en cuenta que en el estudio se menciona que se consideró la franja del ancho y largo del derecho de vía como un trayecto de medición. Explicar los elementos que se tomaron en consideración para determinar los niveles de confiabilidad, así como el tamaño de muestra para que ésta fuera representativa de la diversidad presente en el área del proyecto.

Es importante aclarar primeramente que no se realizó conteo directo de la vegetación presente a todo lo largo del derecho de vía y área de la obra del proyecto, lo anterior por lo tardado de su ejecución y por el tipo de obra, esquema de aprovechamiento (matarrasa) y sobre todo por las comunidades vegetales, las cuales en su mayoría no presentan especies con algún interés de aprovechamiento comercial, solo como uso doméstico, además por el tipo de estudio que se trata, ya que es un estudio de contingencia en su modalidad de cambio de uso de suelo el cual a través de muestreos de vegetación se pueden determinar los volúmenes totales a derribar.

Plan de operativo del trabajo de campo (inventario forestal)

Durante la selección de la trayectoria de la obra se realizaron recorridos en donde se realizó un estudio prospectivo de las condiciones bióticas de la obra, en esta prospección se definieron las unidades ambientales regionales identificadas a todo lo largo del trayecto, identificando claramente los límites de las fronteras agrícolas con las forestales y pecuarias, además identificando los tipos y comunidades vegetales presentes a todo lo largo de la obra, generando un mapa base con unidades ambientales específica o rodales.

Partiendo del mapa anterior y considerando que no existe información actualizada de las comunidades vegetales, con ayuda de ortofotos e imágenes de satélite y recorridos a todo el trayecto de la obra, se definieron los límites de cada uno de los tipos de vegetación o uso actual del suelo. Ya conociendo las longitudes y superficies de cada tipo y comunidad vegetales identificadas y zonificadas se pudo ya iniciar con la planeación de los muestreos de vegetación.

Las poblaciones objeto de este inventario forestal, específico para este proyecto son demasiado grandes para ser enumeradas completamente o censarlas, razón por la cual fue conveniente recurrir al muestreo o, ya que nos proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez.

Previo al inicio del inventario forestal se tomaron las siguientes decisiones, ejecutar el levantamiento por el método de muestra accidental estratificada por cada comunidad vegetal identificada, que consiste en dividir la población (tipo de vegetación) en subpoblaciones (comunidades vegetales) más homogéneas según una o varias características, y dentro de cada subpoblación se tomaron muestras selectivo-aleatorias, ya que se distribuyeron los

sitios de muestreo no solo por la estratificación de las comunidades vegetales, sino además por las condiciones particulares del proyecto, la cual no es una área puntual, más bien una obra de tipo lineal, se tomó como referencia las diferentes exposiciones presentes a todo lo largo de los trayectos y de las mismas comunidades vegetales, tratando de que se durante los muestreos se tomaran la mayor cantidad de variables de las comunidades mismas que en muchas ocasiones las diferentes exposiciones nos indican la calidad de sitio de cada comunidad. Las subpoblaciones son denominadas rodales o comunidades vegetales. La decisión de utilizar este método fue tomada porque se comprobó que algunas poblaciones de las mismas comunidades son muy heterogéneas, y porque el método permite hacer estimaciones no sólo para la población sino también para cada uno de las comunidades. Este método nos permitió hacer un análisis de todos los elementos de la población.

Cabe señalar que para poder definir la cantidad de sitios a muestrear y el tamaño de la muestra se realizó previo a su ejecución durante el estudio prospectivo, un premuestreo cualitativo que ya con la experiencia de muestreos en estas zonas en proyectos anteriores y varios muestreos en estas comunidades vegetales, ya se tenía un antecedente y un análisis previo de los resultados que se podrían, y en base a este conocimiento se planteó y se definió el error de muestreo que necesitábamos obtener y que estadísticamente fuera representativo, considerando un grado de confiabilidad del 95 %, ya una vez concluido los muestreos se agruparon para cada comunidad vegetal y se realizó las estimaciones volumétricas de cada sitio y del total de las comunidades, haciendo el análisis comparativo estadísticamente y observando las varianzas y covarianzas de los resultado de los mismos para verificar si la intensidad de muestreo plateada fue suficiente para obtener los resultados esperados, por lo que se concluye que general fue representativa ya que se obtuvo los resultados esperados y no fue necesario inventariar más, lo que nos indica que las comunidades son homogéneas respecto a la rodalización o zonificación hecha.

Sin embargo, todos los inventarios forestales están sujetos a errores, estos se agrupan en dos clases: errores debidos al muestreo y errores no debidos al muestreo o tomados en conjunto hacen el error total o de estimación o exactitud. Este error total es la diferencia entre la estimación hecha a parte de la muestra y el valor verdadero de la población, el error se estima recurriendo a cálculos estadísticos que dan un valor con el signo $\pm$, en este caso el error toma el nombre de error de muestreo o precisión.

La causa para que haya error de estimación se debe al hecho de que la muestra que se tomó mide solo una parte de cada comunidad vegetal identificada, si se midiera todo el bosque, el error sería cero. Por lo tanto ese error se debe a la parte del bosque que no se midió y por ello se denomina error de muestreo. Además, dentro del error de muestreo que se calculó se incluyen otros errores debido a malas medidas, equivocaciones, malos cálculos, este por lo tanto se debe recordar que lo que se llama error de muestreo contiene otros errores. Error de muestreo es igual al error por la muestra más otros errores y sería mejor decir:

Las estimaciones muéstrales hechas estuvieron sujetas a variación y dependen primeramente de la variabilidad inherente de la población $(ø)^2$ y del tamaño de la muestra (n) y de la población (N). El procedimiento estadístico realizado para indicar la confiabilidad de un estimador, fue al definir nosotros mismos los límites de confianza.

Una vez definido ya nuestro esquema se distribución y de análisis previó para los muestreos de vegetación se tenía que definir el tamaño y forma de la muestra, para que nuestros libeles de confiabilidad y errores de muestreo deseados se cumplan, para lo cual se realizó un juego de cálculos en cuanto a superficie a muestrear y la intensidad de la misma, por lo que se definió realizar sitios de dimensiones fijas de 500 y 100 m² compensados a cada 5 grados de pendiente para hacerlos con proyección ortogonal y no aumentar los errores de muestreo. Cabe señalar que además de esta decisión de gabinete del tamaño y forma de los sitios, se consideró lo práctico que resultaría hacerse ya en campo con el personal disponible y el tiempo destinado para su ejecución.

Con mucha frecuencia, cada unidad de una población tendrá más de una sola característica. Los árboles y arbustos por ejemplo pueden estar caracterizados por su altura, diámetro. La covarianza es una medida de la asociación entre las magnitudes de dos características. Si la asociación existente es pequeña o nula, la covarianza estará próxima a cero. Partiendo de esto se tomó la decisión de que nuestra propuesta presento un alto grado de confiabilidad, para lo cual se estimó el número de sitios de muestreo para cada una de las comunidades de vegetación presentes a lo largo del proyecto y su distribución.

Ya teniendo definido el esquema, distribución y tamaño de muestra se prosiguió a georeferenciarlos, para que el personal los identificara de manera directa en campo con ayuda de GPS, una vez identificados en campo se inició con la toma de los parámetros y mediciones necesarias para las estimaciones de volumen (VTA), el cual consistió de la siguiente manera (una vez definido el centro del sitio se inició a la delimitación del sitio, el cual se realizó con ayuda de cuerdas compensadas para las zonas con algún grado de inclinación, partiendo de norte y en dirección a las manecillas del reloj, contabilizando todos los arbustos y árboles que estuvieran dentro del círculo delimitado, cuantificando para el caso de los arbustos el diámetro de copa y su altura por especie, para el caso de los árboles mayores a 5 cm de diámetro, su diámetro a 1.30 m y su altura total del mismo por especie , para el caso de las plantas epifitas, parasitas y cactáceas o agaves se procedió a la cuantificación directa por número de individuos presentes en el sitio, se tomaron las coberturas totales del sitio para el sotobosque y se midió la parte norte de las copas de los árboles y arbustos para estimar la cobertura vegetal.

Una vez realizado y terminado los muestreos programados se inició la captura de la información, agrupando ya los resultados de los sitios de cada comunidad vegetal muestreada, y con esto poder determinar la hectárea tipo para cada comunidad presente a afectarse y una vez conociendo las superficies y longitudes de los dueños de los predios, realizar las estimaciones para cada predio afectado.

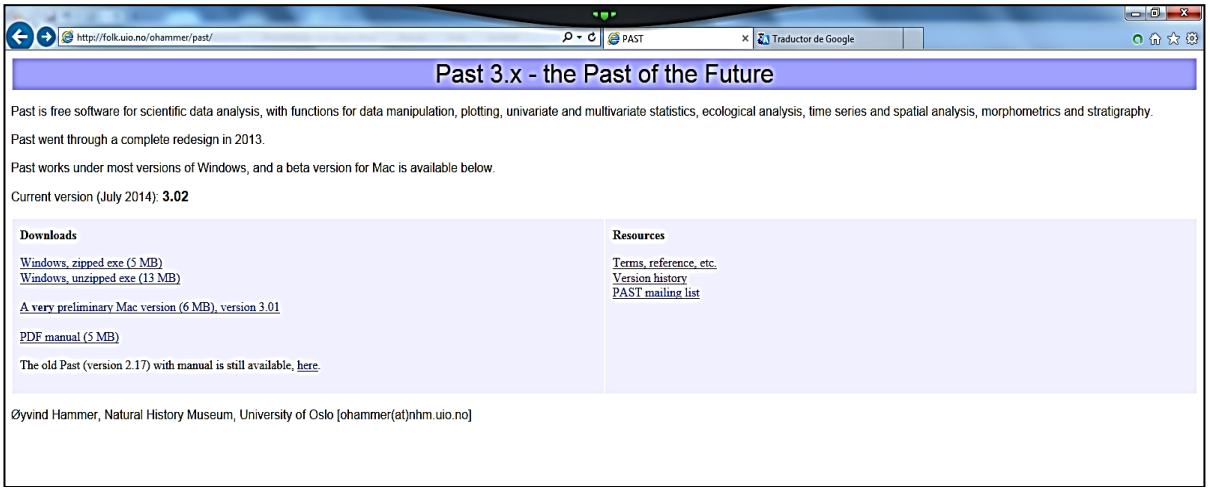
Justificación metodológica respecto al número de sitios de muestreo realizados en el predio en estudio, teniendo en cuenta el porcentaje de error y el grado de confiabilidad apropiados al objetivo que se persigue.

La representatividad de los muestreos florísticos, se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (esfuerzo de muestreo empleado). De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido, es decir que el número de sitios muestreados en las unidades de análisis, lo que nos permitió lograr un inventario bastante completo y altamente fiable.

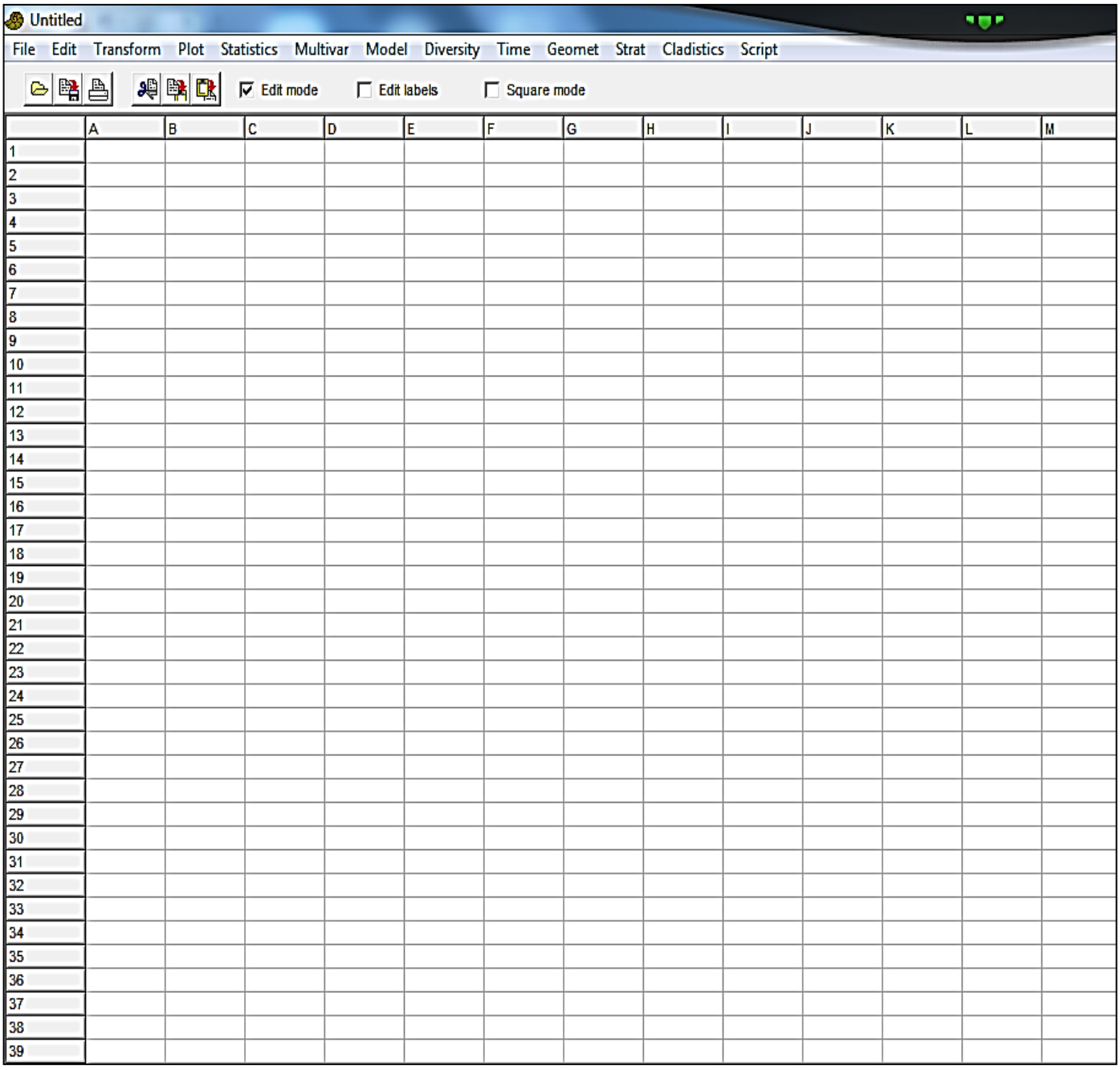
El cual se realizó como se describió en el punto anterior y fue realizado con la siguiente secuela del programa:

El programa PAST es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones de manipulación de datos, el trazado, estadísticas univariantes y multivariantes, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y la estratigrafía.

Este programa puede descargarse en la página del museo de historia natural de la Universidad de Oslo: http://folk.uio.no/ohammer/past/



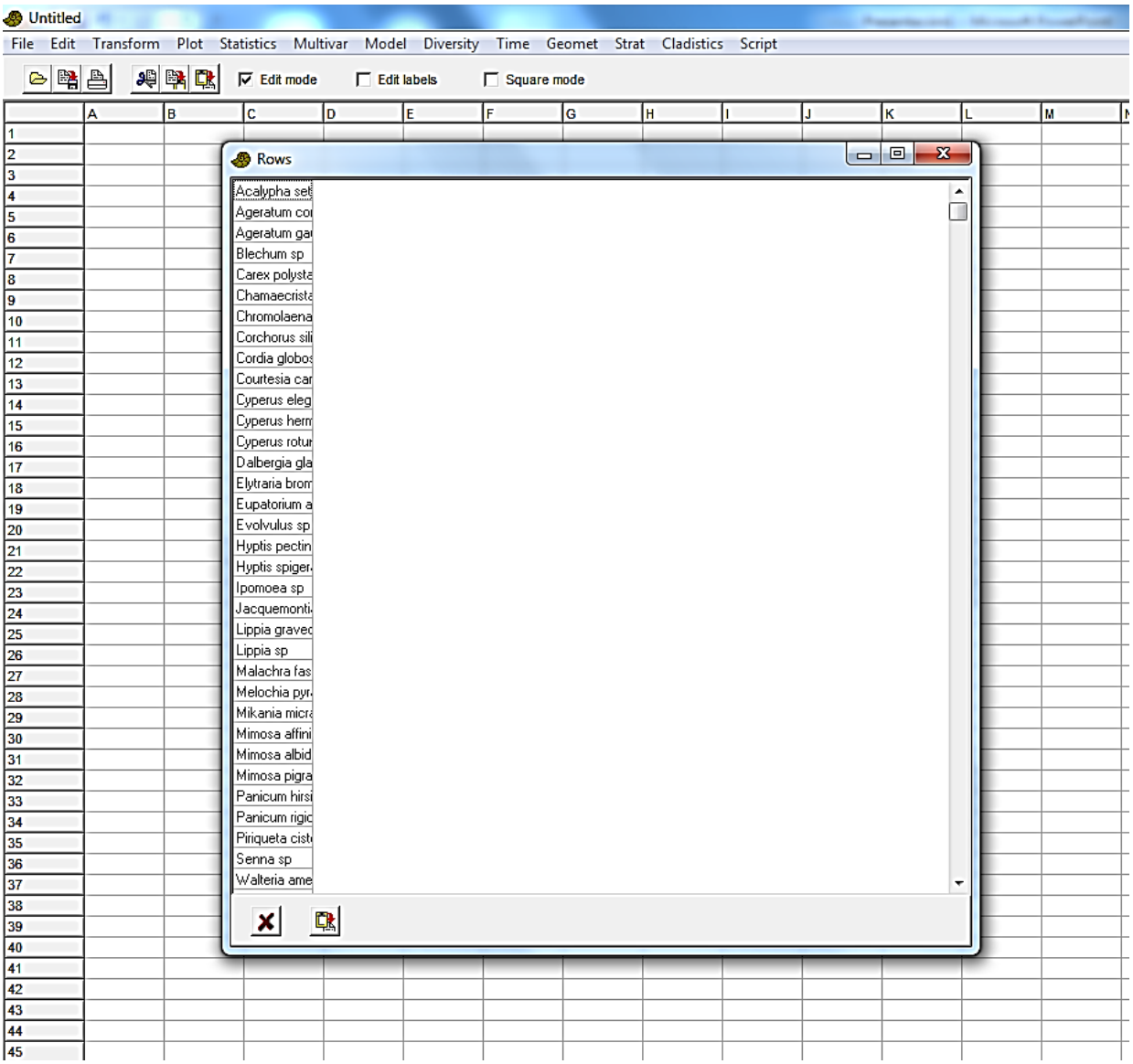
Para usar el programa PAST (una vez instalado en la pc) se debe abrir una nueva página de trabajo:


Untitled
File Edit Transform Plot Statistics Multivar Model Diversity Time Geomet Strat Cladistics Script
Edit mode
Edit labels
Square mode
A B C D E F G H I J K L M
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

Ejemplo del modelo utilizado

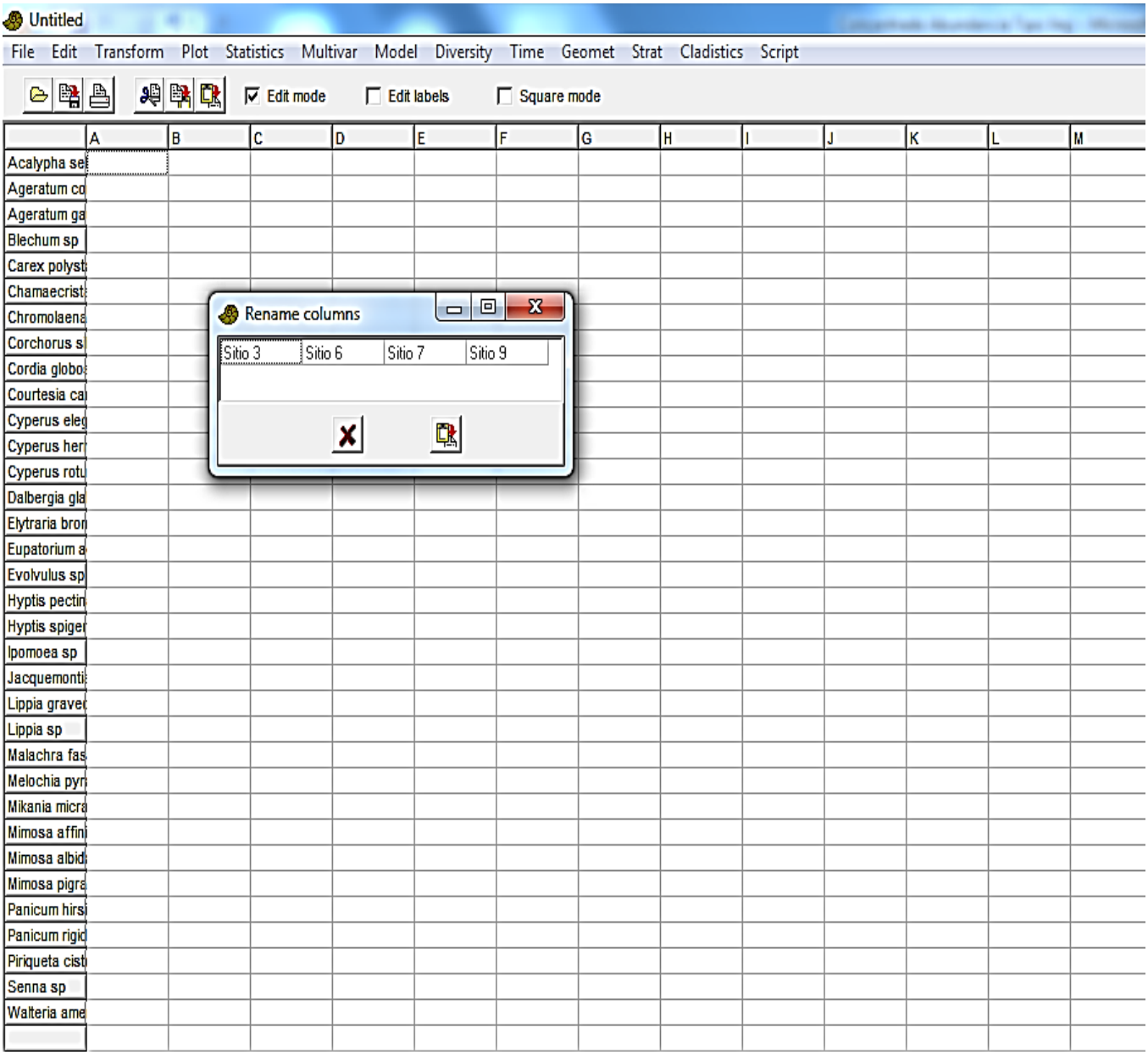
PASO 1.

En la hoja de trabajo nombra a las filas con el nombre de las especies que integran el listado florístico. Los datos pueden ser capturados individualmente en el programa o pueden copiarse y pegarse desde una hoja de cálculo de Excel:



PASO 2.

En la hoja de trabajo, en las columnas se nombran con los sitios de muestreo:



PASO 3.

Se captura la abundancia de cada especie en los sitios de muestreo (es importante marcar con cero las casillas donde se cruza una especie (fila) que no estuvo presente en el sitio (columna).

Untitled

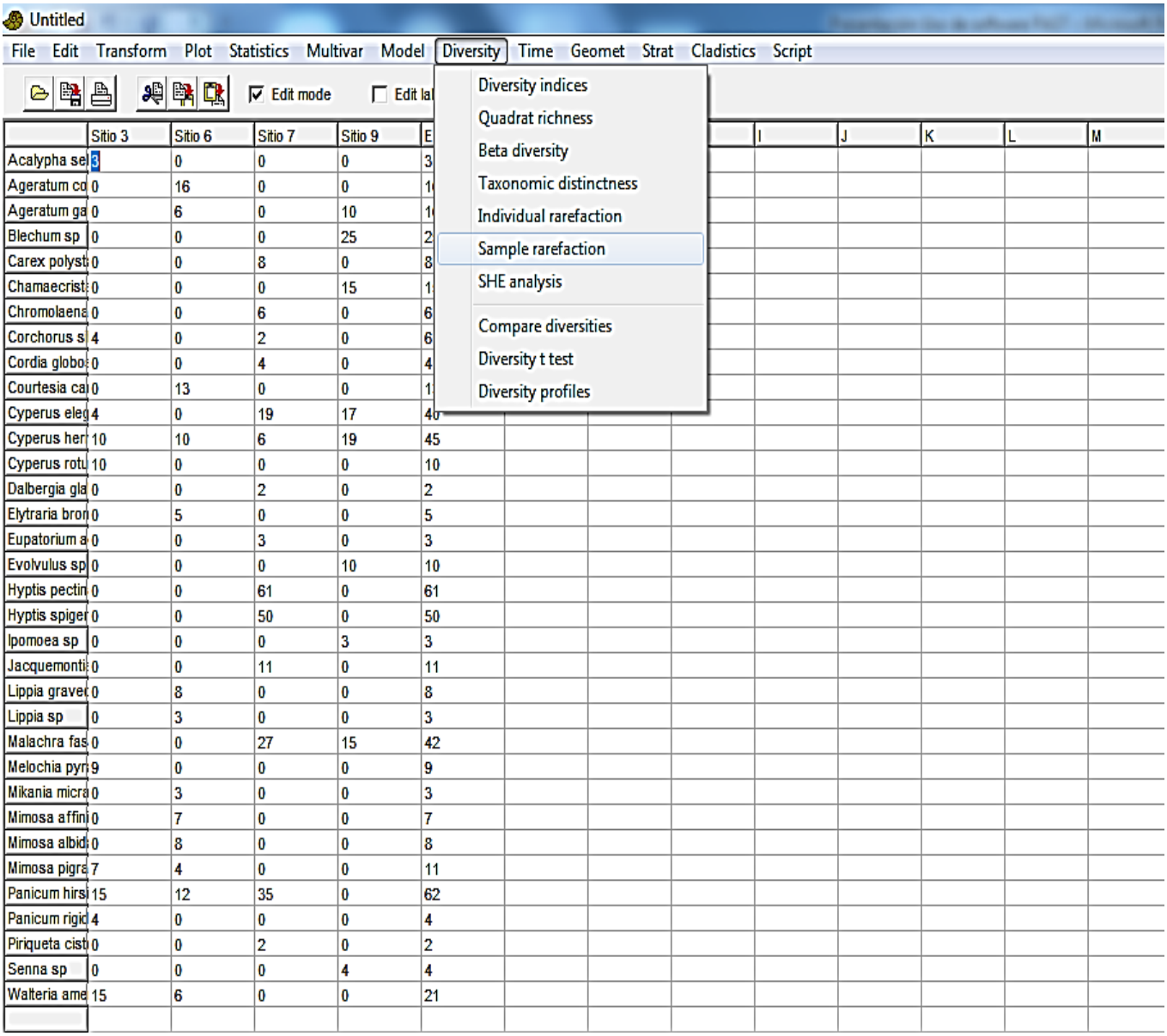
File Edit Transform Plot Statistics Multivar Model Diversity Time Geomet Strat Cladistics Script

Edit mode | Edit labels | Square mode

	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 9	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Acalypha se	3	0	0	0	3								
Ageratum co	0	16	0	0	16								
Ageratum ga	0	6	0	10	16								
Blechum sp	0	0	0	25	25								
Carex polyst	0	0	8	0	8								
Chamaecrist	0	0	0	15	15								
Chromolaena	0	0	6	0	6								
Corchorus s	4	0	2	0	6								
Cordia globo	0	0	4	0	4								
Courtesia ca	0	13	0	0	13								
Cyperus eleg	4	0	19	17	40								
Cyperus her	10	10	6	19	45								
Cyperus rotu	10	0	0	0	10								
Dalbergia gla	0	0	2	0	2								
Elytraria bro	0	5	0	0	5								
Eupatorium a	0	0	3	0	3								
Evolvulus sp	0	0	0	10	10								
Hyptis pectin	0	0	61	0	61								
Hyptis spiger	0	0	50	0	50								
Ipomoea sp	0	0	0	3	3								
Jacquemonti	0	0	11	0	11								
Lippia gravet	0	8	0	0	8								
Lippia sp	0	3	0	0	3								
Malachra fas	0	0	27	15	42								
Melochia pyr	9	0	0	0	9								
Mikania micra	0	3	0	0	3								
Mimosa affini	0	7	0	0	7								
Mimosa albid	0	8	0	0	8								
Mimosa pigra	7	4	0	0	11								
Panicum hirsi	15	12	35	0	62								
Panicum rigid	4	0	0	0	4								
Piriqueta cist	0	0	2	0	2								
Senna sp	0	0	0	4	4								
Walteria ame	15	6	0	0	21								

PASO 4.

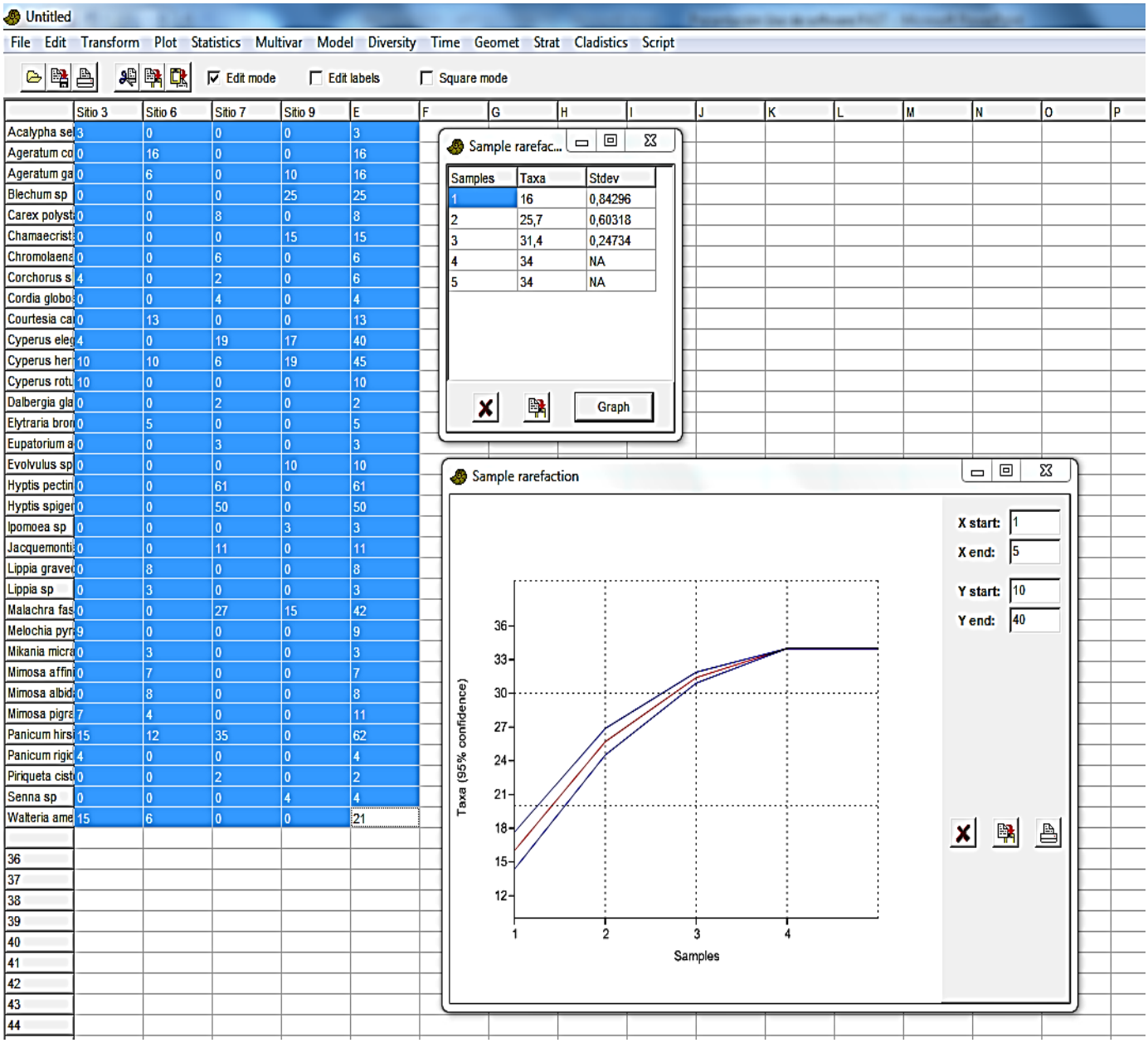
Una vez capturada la matriz de abundancia de especie por sitio, se puede hacer el análisis de acumulación de especies. Para esto se abre la pestaña “Diversity” y la opción “Samplerarefaction”.



	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 9	E	I	J	K	L	M
Acalypha sel	3	0	0	0	3					
Ageratum co	0	16	0	0	1					
Ageratum ga	0	6	0	10	1					
Blechum sp	0	0	0	25	2					
Carex polyst	0	0	8	0	8					
Chamaecrist	0	0	0	15	1					
Chromolaena	0	0	6	0	6					
Corchorus s	4	0	2	0	6					
Cordia globo	0	0	4	0	4					
Courtesia ca	0	13	0	0	1					
Cyperus eleg	4	0	19	17	40					
Cyperus her	10	10	6	19	45					
Cyperus rotu	10	0	0	0	10					
Dalbergia gla	0	0	2	0	2					
Elytraria bron	0	5	0	0	5					
Eupatorium a	0	0	3	0	3					
Evolvulus sp	0	0	0	10	10					
Hyptis pectin	0	0	61	0	61					
Hyptis spiger	0	0	50	0	50					
Ipomoea sp	0	0	0	3	3					
Jacquemonti	0	0	11	0	11					
Lippia gravec	0	8	0	0	8					
Lippia sp	0	3	0	0	3					
Malachra fas	0	0	27	15	42					
Melochia pyr	9	0	0	0	9					
Mikania micra	0	3	0	0	3					
Mimosa affini	0	7	0	0	7					
Mimosa albid	0	8	0	0	8					
Mimosa pigra	7	4	0	0	11					
Panicum hirsi	15	12	35	0	62					
Panicum rigid	4	0	0	0	4					
Piriqueta cist	0	0	2	0	2					
Senna sp	0	0	0	4	4					
Walteria ame	15	6	0	0	21					

PASO 5.

Para el análisis, debe haberse seleccionado previamente las celdas que integran el análisis, en este caso, todas las filas y todas las columnas. La gráfica se obtiene seleccionando la opción “Graph” del resultado del análisis.



Sustento del análisis de rerefacción.

Para determinar las intensidades de muestreo y representatividad de las comunidades de flora silvestre fueron determinadas en base a los modelos de análisis de acumulación de especies representadas y analizadas bajo el siguiente modelo:

Curvas de acumulación de especies

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de una comunidad (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

La forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Ecuación de Clench:

$$E(S) = ax / 1 + bx$$

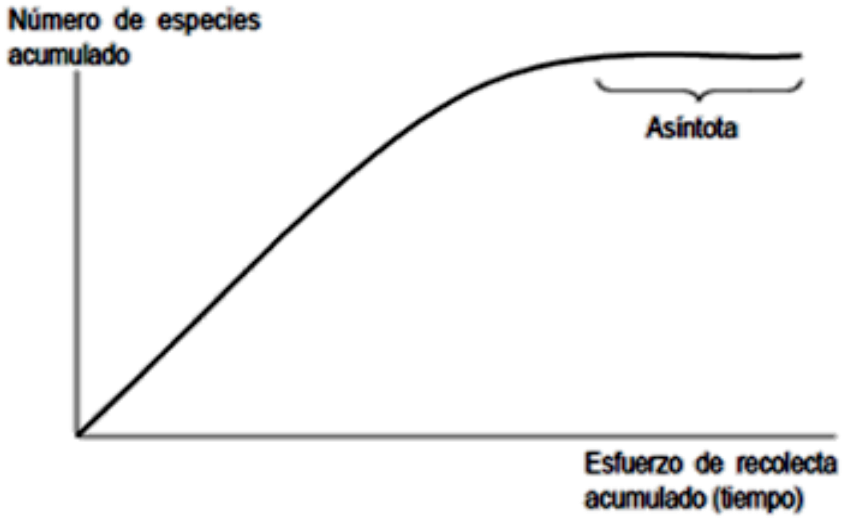
Según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo aumenta (Soberón y Llorente, 1993).

Soberón y Llorente (1993) predicen la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota. Para los modelos de dependencia lineal y de Clench dicha asíntota se calcula como la relación a/b. Por esta razón estos modelos, se consideran asintóticos, a diferencia del modelo logarítmico que es no-asintótico. Con el modelo exponencial en ocasiones la asíntota tiene un valor menor que el número de especies registrado. En cualquiera de estos modelos el orden en el que las muestras son añadidas al total puede afectar la forma de la curva. Para eliminar esta arbitrariedad se recomienda aleatorizar el orden del muestreo (Colwell y Coddington, 1994;

Moreno y Halffter, 2001). Estas funciones de acumulación de especies, basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta, permiten la predicción de la riqueza específica (máxima o para un esfuerzo de muestreo definido), tomando en cuenta que una muestra sesgada tanto temporal como espacialmente no es útil para la extrapolación, por lo que dicha extrapolación sólo será válida para las condiciones temporales y espaciales de la muestra.

Este modelo de acumulación permite:

- *Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.*
- *Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables*
- *Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.*
- *Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.*



Grafica II.1. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir, igual número de individuos), (Magurran, 1988).

Como muchas veces es imposible contar con este requisito, la rarefacción se impuso como un método ampliamente utilizado. Esta técnica, desarrollada por Sanders (1968) y corregida

posteriormente por Hulbert (1971), calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras posean el mismo número de individuos capturados.

La curva de Coleman es otra manera matemáticamente distinta, pero similar en los resultados a la fórmula probabilística de Hulbert, para rarificar (Coleman, 1981; Gray, 2002).

Tal como los índices de diversidad, la rarefacción parte de dos presunciones básicas: Por una parte, asume que los individuos se distribuyen al azar en el ecosistema y que las colectas son muestras aleatorias de esos individuos (Hulbert, 1971; Gray, 2002).

Para justificar el número de sitios de muestreo realizados, teniendo en cuenta el porcentaje de error y el grado de confiabilidad apropiados al objetivo que se persigue, dentro de los sitios de muestreo, se presenta en resumen las gráficas siguientes, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada localidad, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

Para considerar a un individuo como parte del estrato arbóreo (árboles maduros) los individuos enraizados con las características de una altura de fuste igual o mayor a 3 metros y diámetro mayor de 05 centímetros. Los individuos con DAP menor de 05 centímetros y tronco con altura de fuste menor a 3 metros se consideraron como juveniles o pre-adultos. El DAP se registró mediante el uso de una cinta diamétrica, la cual arroja en forma directa el diámetro del árbol en lugar del perímetro.

Como parte del estrato arbustivo se consideró a aquellos individuos que presentaron de una altura de fuste igual o menor a 2.9 metros y diámetro mayor de 05 centímetros. Los datos registrados cuadrantes fueron: altura, cobertura (calculada a partir del diámetro mayor de la copa -D1- y el diámetro perpendicular a este -D2- y el diámetro a la altura del pecho –DAP-), su forma de vida (árbol, arbusto, bejuco, palma, etc.).

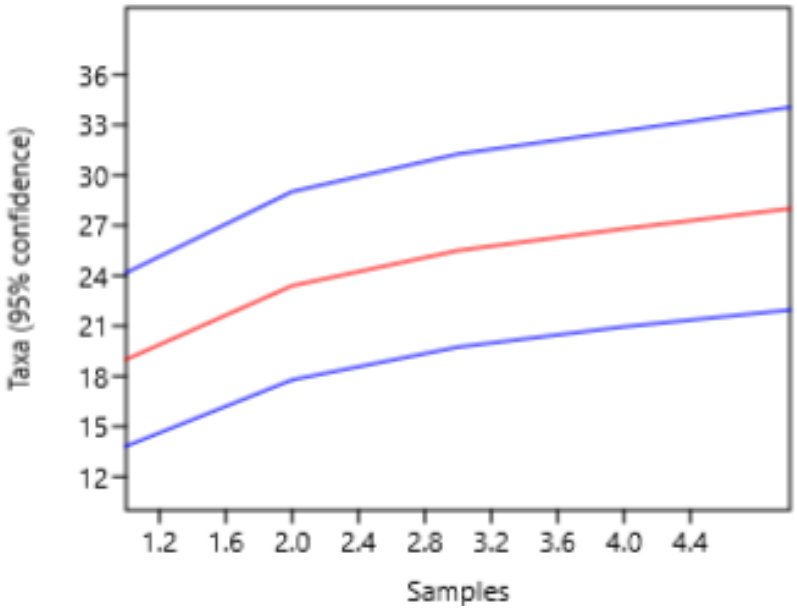
La identificación taxonómica de las especies se realizó en campo; en los casos de plantas cuyo valor taxonómico estuvo en duda o no pudo ser identificado en campo, se les asignó una clave, se tomó una fracción representativa y fue identificada posteriormente por comparación con las muestras almacenadas en herbarios de la región donde se ubica el proyecto.

Como se aprecia en la descripción anterior y como se señala en los puntos posteriores, se registró el punto inicial o de partida el cual se consideró como sitio de muestreo, pero de este punto se realizaron una seria de métodos, diseños y transeptos los cuales nos arrojaron la información suficiente para determinar la riqueza y abundancia de las especies de flora

registradas de cada grupo, la cual fue sumada y se consideró como un parcela de muestreo, el cual cumple con el requisito necesario para este estudio.

En la gráfica siguiente, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada parcela de muestreo, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

Resultados del Análisis de Rarefacción (curva de acumulación) de especies de flora, por este tipo de vegetación de los predios en estudio.



Grafica II.2. Curva de acumulación de especies de selva baja caducifolia

Tabla II.28. Datos del resultado de cada parcela para estimar la curva de acumulación de especies de selva baja caducifolia.

Muestra	Taxa	Std.err 1s
1	19	2.6393
2	23.4	2.8646
3	25.5	2.9384
4	26.8	2.9834
5	28	3.0837

Original data set:		Standard devs:
Chao 2:	34	6.63626
Jackknife 1:	32.8	4.8
Jackknife 2:	35.95	NA
Bootstrap:	30.1168	NA
Bootstrap replicates, means:		**Standard devs:**
Chao 2:	31.6046	13.5341
Jackknife 1:	28.4962	4.95351
Jackknife 2:	29.0011	7.30862
Bootstrap:	22.0778	3.72693

	A	Bajo	Superior	B	Bajo	Superior	C	Bajo	Superior	D	Bajo	Superior
Taxa_S	10	5	9	14	8	13	21	13	18	22	13	19
Individuals	10	10	10	14	14	14	21	21	21	22	22	22
Dominance_D	0.1	0.12	0.24	0.07143	0.08163	0.1735	0.04762	0.06122	0.1066	0.04545	0.05785	0.09917
Simpson_1-D	0.9	0.76	0.88	0.9286	0.8265	0.9184	0.9524	0.8934	0.9388	0.9545	0.9008	0.9421
Shannon_H	2.303	1.557	2.164	2.639	1.946	2.54	3.045	2.401	2.846	3.091	2.449	2.902
Evenness_e^H/S	1	0.8262	0.9673	1	0.8533	0.9754	1	0.8484	0.9571	1	0.8448	0.9585
Brillouin	1.51	1.123	1.441	1.799	1.408	1.75	2.161	1.806	2.062	2.203	1.851	2.109
Menhinick	3.162	1.581	2.846	3.742	2.138	3.474	4.583	2.837	3.928	4.69	2.772	4.051
Margalef	3.909	1.737	3.474	4.926	2.652	4.547	6.569	3.942	5.584	6.794	3.882	5.823
Equitability_J	1	0.8982	0.9849	1	0.9295	0.9903	1	0.9359	0.9848	1	0.9375	0.9856
Fisher_alpha	0	3.98	43.45	0	7.757	88.78	0	14.56	59.85	0	13.35	66.35
Berger-Parker	0.1	0.2	0.4	0.07143	0.1429	0.2857	0.04762	0.09524	0.1905	0.04545	0.09091	0.1818
Chao-1	55	6.2	29	105	9.5	46	231	15.75	78	253	17	78

	E	Bajo	Superior
Taxa_S	28	17	24
Individuals	28	28	28
Dominance_D	0.03571	0.04592	0.07653
Simpson_1-D	0.9643	0.9235	0.9541
Shannon_H	3.332	2.713	3.134
Evenness_e^H/S	1	0.8533	0.9571
Brillouin	2.425	2.084	2.326
Menhinick	5.292	3.213	4.536
Margalef	8.103	4.802	6.902
Equitability_J	1	0.9451	0.9862
Fisher_alpha	0	18.34	79.8
Berger-Parker	0.03571	0.07143	0.1786
Chao-1	406	23	89

Con las abundancias de los tipos de vegetación obtenidas en los muestreos se puede observar que las curvas de acumulación de especies inician una tendencia hacia la asíntota. Esta característica del gráfico indica que la muestra obtenida mediante la metodología empleada se puede considerar del atributo medido, que en este caso son las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto y que el aumento de especies con un aumento del esfuerzo de muestreo, solo aportaría la entrada de especies con registros únicos y de baja abundancia. En las curvas de acumulación de especies para los tipos de vegetación analizados, se aprecia que la curva real (línea roja) se encuentra cerca de la asíntota y que el crecimiento de las mismas en función de un aumento del número de muestreos estaría siendo condicionado por la aparición de registros de especies poco frecuentes (singletons y doubletons) en cada muestreo, pero sin un aumento exponencial del número de especies que potencialmente podrían encontrarse, con lo cual se puede afirmar que en materia de inventario faunístico, la muestra (cantidad de muestreos en relación a la diversidad biológica de los tipos de vegetación) es representativa. En general para el tipo de vegetación del predio en estudio, se estimó una muestra aleatoria de tamaño n, considerando la varianza máxima del número de especies presentes en el sitio, densidad o número total de individuos en el sitio, así como las variables estructurales de las especies encontradas en el sitio (altura, diámetro de la base de la especie, y diámetro de copa). El parámetro de dispersión fue estimado a partir de la aplicación de una submuestra.

Dado que las características de las comunidades vegetales muestran que se trata de comunidades semiáridas (arbóreas y arbustivas) con relativamente buena riqueza específica y diversas en sus características estructurales, se decidió estimar el tamaño de muestra con base en el diseño completamente aleatorio. Esta relativa homogeneidad en los ecosistemas de esta región es notable, ya que no hay mucha variación tanto en los números de individuos como en sus características físicas como alturas, diámetros, etc. Lo cual permite aplicar el procedimiento de cálculo de muestra a través del procedimiento completamente al aleatorio, de otra manera se aplicaría algún otro método, como estratificación por tipos de comunidad, por ejemplo. Así mismo la representatividad del muestreo con fines de inventario florístico, se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies descrita anteriormente, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (esfuerzo de muestreo empleado). De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido, es decir que el número de sitios muestreados en el predio en estudio, lo que nos permitió lograr un inventario bastante completo y altamente fiable.

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

a) Estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean estos maderables o no maderables (ver artículo 7 fracción XLVI)

La LGDFS en su artículo 7, fracción XLVI define a los recursos biológicos forestales como aquellas que comprende, las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.

Como es bien sabido, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Es por ello que el ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no puede abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles. Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica de los recursos biológicos forestales presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad.

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas).

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, o es insuficiente y fragmentada, o poco confiable. En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos.

Considerando el tipo de vegetación a afectar, los únicos productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente leña, pastizal forrajero y en bajo proporción, venta de individuos completos de cactáceas, sin dejar de mencionar que no existen costos establecidos para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales, por ello, los siguientes cálculos para dichos recursos forestales se basan en comparaciones estadísticas de los trabajos de la Dirección General de Gestión Forestal, Suelos, y Ordenamiento Ecológico. No se omite mencionar que referente a la estimación de los costos de fauna, éstos están enfocado solo hacia la pérdida de hábitat debido a que el proyecto no se trata de un aprovechamiento cinegético, por lo que la única actividad que tiene un impacto directo hacia la fauna es la pérdida de cubierta vegetal en donde existe el desplazamiento temporal de las especies faunísticas.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, los cuales no existen para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales que no han sido planificados con un fin de aprovechamiento, como es el presente caso. Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados únicamente aquellas especies que realmente tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables, y lo cual no es de todo factible, pues existen limitantes principalmente relacionadas con su comercialización, así como la inviabilidad de la extracción de las materias primas forestales en el proyecto. De hecho, la población local no realiza un uso de la vegetación forestal con fines maderables, lo que se evidencia que la perturbación existente es originada principalmente por los desmontes para la apertura de zonas a campos pecuarios y urbanos.

Una de las políticas del país contempla la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, reconociendo como un aspecto fundamental el Sistema de Cuencas Nacionales que registra el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad. Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética. La clasificación citada en el presente es tomada de

Munasinghe M. y E. Lutz (1993), quien reconoce los valores de uso y de no uso. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción.

Bajo el escenario anterior, en el presente documento se ha optado por cuantificar económicamente a los siguientes recursos:

- Recursos biológicos forestales maderables
- Recursos biológicos forestales no maderables
    - Tierra de monte
    - Otros
- Fauna
- Servicios ambientales (biológicos)
    - Hidrológicos
    - Captura de carbono
    - Biodiversidad

En cada uno de estos componentes evaluados, se describen los aspectos considerados para su evaluación y la metodología para la misma.

Nota: *En los que se incluyen hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno y los demás que vayan incluyéndose (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018, DGGFSOE, SEMARNAT, 2021).

1. Recursos biológicos forestales maderables

Los recursos biológicos forestales maderables son aquellos constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso. Para la estimación económica de este recurso, las variables base fueron, el volumen obtenido en la superficie objeto del CUSTF, y el(os) grupo(s) o género(s) al que pertenece, los cuales están en función del tipo de ecosistema y especies a intervenir.

Con la información obtenida en campo se pudo obtener los costos aproximados de la madera según el uso (tabla II.29).

Tabla II.29. Precios aproximados de la madera según su uso (estado de Querétaro):

Uso principal	$/m³ (precio en el mercado local)	Observaciones
Madera en rollo (tablas, vigas, muebles, chapa, escuadría, triplay, durmientes y polines).	$1,300.00	Se considera el costo $1,000/m³, considerando que aproximadamente se obtienen 5 m³ de un árbol de 30 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Madera de hojosas (vigas, escuadría, durmientes y carbón).	$700.00	Se considera el costo $80/m³, considerando que aproximadamente se obtienen 0.8 m³ de un árbol de 20 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Madera de comunes tropicales (vigas, durmientes, escuadría y triplay).	$2,571.29	Se considera el costo $1,500/m³, considerando que aproximadamente se obtienen 0.8 m³ de un árbol de 20 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Leña	$200.00	Se consideran alrededor de 3 cargas de leña para completar un metro cúbico, a razón de $300.0/carga.
Postes	$350.00	Se estima unos 10 postes/m³, a razón de $160/poste; las piezas oscilan entre los 20 cm de diámetro y 2.0-2.5 m de largo

De manera particular la superficie forestal que se afectará por la extracción del proyecto con su obra y que requiere de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se muestra en la tabla II.30, así como el volumen total de árbol a remover de acuerdo al tipo de vegetación.

Tabla II.30. Superficie forestal que se afectará por la extracción del proyecto de acuerdo con el tipo de vegetación.

Relación de volumen total a remover			
Predio	**Tipo de vegetación**	**Superficie (HA)**	**Volumen Total/ tipo de veg. m³ V.T.A.**
Línea de Transmisión (LT)	Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	12.0715
	TOTAL	**4.9302**	**12.0715**

Por otro lado, es conviene recordar que el proyecto dentro de la unidad de análisis se ubica en terrenos con vegetación de zonas árido-tropical, con bajos niveles de aprovechamiento forestal comercial, por lo que los productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente postes y leña, por lo que se utilizaron los siguientes precios por unidad de volumen (m³). Así, el valor económico inferido total que se da en la tabla II.30, se considera el conjunto de recursos biológicos forestales, es decir, incluye desde productos no forestales, no maderables, maderables, etc.

Tabla II.31. Superficie forestal que se afectará por la construcción del proyecto (SE) de acuerdo con el tipo de vegetación y su valor económico.

Relación de volumen total a remover			
Tipo de vegetación	**V.T.A. (m³) a extraer**	**Costo promedio ($)**	**Valor (miles de pesos**
Selva baja caducifolia (SBC)	12.0715	350.00	4225.03
TOTAL	**12.0715**		**4225.03**

Para determinar los costos de los recursos biológicos forestales maderables, se realizó un ensayo a través de entrevistas y consultas con los precios de mercado de los diferentes productos maderables y no maderables en la región de especies maderables. Además de consultas con ejidatarios y comuneros que venden y compran cargas de leña, en la región y tomando los costos de la media nacional del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 (SEMARNAT).

2. Recursos biológicos forestales no maderables

Los recursos biológicos forestales no maderables son aquellos conformados por la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y que además son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales. Para realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales no maderables del área sujeta al CUSTF por la construcción de la obra en estudio se estableció la siguiente categoría de acuerdo a la

clasificación presentada en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 y a lo observado en el área del proyecto:

- Tierra de monte y
- Otros

Tierra de monte

Para determinar la cantidad, así como el costo del recurso biológico forestal no maderable tierra de monte, se tomaron como indicadores: la longitud y ancho total de las áreas con vegetación forestal y un espesor de 15 cm.

Por otro lado, dado que para ninguna de las entidades en las que se ubica el proyecto se reportan montos por tonelada, la estimación se hizo considerando el Precio Medio Nacional. Con ello se procedió a la elaboración de la tabla II.32 donde se aprecia la cuantificación y el valor económico del recurso suelo dentro del predio de CUSTF en estudio.

Tabla II.32. Cuantificación económica del recurso biológico forestal no maderable "Tierra de monte".

Tipo de Vegetación	Longitud (m)	Superficie (m²)	Profundidad (m)	Toneladas	Precio medio Querétaro ($/ton)	Costo total ($)/Ton
Selva baja caducifolia (SBC)	Variable	49302.0	0.15	7.3953	1500.01	11093.02
Total		49302.0			**1500.01**	**11093.02**

De tal forma que el monto para el recurso biológico forestal no maderable "Tierra de monte" se estimó en $ 11093.02 (once mil noventa y tres pesos 02/100 M.N.).

Otros

Para el producto biológico forestal no maderable definido como “Otros”, la cuantificación se hizo considerando la presencia de los recursos que lo conforman observados a lo largo y ancho del predio en estudio sujeto a CUSTF.

Al igual que para el recurso tierra de monte, en las entidades donde se ubica el proyecto, en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal (2018) no se reportan montos unitarios, por lo que, a manera de estimar un valor económico, se considerará el precio medio nacional, (tabla II.33).

Tabla II.33. Valoración económica del recurso biológico forestal no maderable “Otros”

Recurso	Cantidad afectada (ton/ha)	Superficie sujeta a CUSTF (ha)	Cantidad total a intervenir (ton)	Precio Unitario ($/Ton)	Total ($)
Otros	0.4	4.9302	1.97208	$5547.99	10941.08

De esta forma se calculó un monto total de $ 10941.08 (diez mil novecientos cuarenta y un pesos 08/100 M.N.), para el recurso forestal no maderable clasificado como Otros.

En total del transecto de los predios de CUSTF, los recursos biológicos forestales no maderables (Tierra de Monte y Otros), representan un beneficio económico por uso indirecto de **$ 22034.10** (veintidós mil treinta y cuatro pesos 10/100 M.N.).

3. Valoración económica de los recursos biológicos forestal de Fauna silvestre

Establecer o determinar costos para el recurso biológicos forestal de Fauna silvestre resulta sumamente complicado dado que no existen mercados para ello. La valoración no se refiere a la asignación de un monto económico de un ejemplar como tal, sino que involucra la valoración de los beneficios que éste representa dentro del ecosistema, esto es, las especies faunísticas contribuyen en gran medida a la conservación y preservación de los ecosistemas al fungir como agentes dispersores de germoplasma vegetal, favorecen los procesos de polinización, fungen como agentes de control biológico de plagas, por señalar algunas.

En este sentido, para el presente documento, la valoración de la fauna se hará en función de los servicios ambientales que brindan dentro del ecosistema y que pudieran verse alterados, modificados o mermados por la ejecución del CUSTF, estos se describen a continuación.

Dispersión de semillas: Los frugívoros son los encargados de alejar de la planta madre a las semillas, de esta manera favorecen su dispersión, evitan que los depredadores las encuentren fácilmente, por lo tanto, reducen la mortalidad de las semillas. Al mismo tiempo

aumentan la supervivencia de las plántulas, al disminuir el consumo por depredación, patógenos, hongos, herbívoros y competidores, que pudiera encontrar la plántula debajo de la planta madre. Al mover a sitios cercanos individuos con diferente información genética, los dispersores favorecen la diversidad de la población. Tanto mamíferos como aves poseen adaptaciones para dispersar diferentes tipos de semillas.

Se ha estimado que el 90% de los árboles tropicales son dispersados por estos animales. No obstante que los granívoros son depredadores de semillas, también colaboran como dispersores de las plantas. Ya ninguno es 100% eficaz como depredador, un porcentaje de semillas llega a escapar a la depredación y convertirse en planta. La ausencia de dispersores trae como consecuencia la disminución en el reclutamiento de nuevas plántulas, lo que podría poner en peligro la supervivencia de esa población y por lo tanto, la recolonización de áreas desnudas de vegetación.

Las aves y los murciélagos son los principales dispersores de semillas en el área estudiada, debido a su abundancia y a su capacidad de vuelo, que implica un mayor desplazamiento de las semillas de la planta madre. Si los dispersores desaparecen, el mutualismo planta-animal desparece y con ello todas las funciones que estos aportan, de manera que las especies dependientes tenderán a desaparecer (Moran et al., 2009).

En un bosque de encino Sueco se estimó que 24 azulejos pueden mantener la dispersión de semillas y favorecer el crecimiento de 33 148 plántulas durante 14 años, este servicio tiene un costo por pareja de aves por año de 1 947.14 dólares, calculando en pesos mexicanos al actual tipo de cambio esto representa 22 470.00 pesos. Si consideramos una densidad de plantación de 1250 árboles por hectárea, el costo por hectárea por pareja de frugívoros sería de **847.34 pesos**. Ahora bien, si se estima el valor económico de esta función para las **4.9302 ha** que comprende el predio de CUSTF, el costo del servicio ambiental de la fauna para este rubro sería de **$ 4177.56 pesos** MN por pareja. Aparentemente, no todas las plantas que estos frugívoros dispersan son de utilidad evidente para el hombre, sin embargo, debemos estimar que todas juntas aportan oxígeno y secuestran el carbono de la región.

Polinización: Los polinizadores son responsables de la reproducción sexual de más del 80% de las plantas vasculares, incluyendo a muchas especies cultivables (Buchmann y Nabham, 1996). La mayoría de las plantas son polinizadas por insectos, incluyendo casi todas las plantas cultivadas como los cítricos y el melón. La reproducción cruzada tiene consecuencias económicas, ecológicas y evolutivas importantes para las plantas, ya que favorece la diversidad genética y riqueza de la especie, de manera que la polinización contribuye a los servicios que proveen las plantas (Sekercioglu, 2006). La falta de polinizadores representa para las especies más dependientes de la reproducción cruzada, una disminución en la fructificación y en su diversidad. En la zona de estudio, los vertebrados polinizadores más importantes fueron los colibríes y algunos murciélagos, pero su impacto directamente en la economía es mínimo, ya que polinizan principalmente plantas silvestres.

Controladores de plaga: Varios grupos de organismos de insectos, algunas aves y roedores, representan a algunos de los grupos más exitosos sobre la tierra, tanto en diversidad como en número. Debido a estas características, llegan a competir con el hombre por espacio y alimento, y llegan a formar plagas que cada año generan pérdidas importantes a la economía humana. Los daños pueden ser causados en diferentes momentos del proceso productivo: siembra, cosecha, almacenamiento o en el producto ya industrializado. Por esta razón, los insectívoros y carnívoros (aves rapaces, carnívoros especialistas en roedores y aves) juegan un papel muy importante en la economía humana, ya que mantienen bajo control poblacional a estos organismos que, en caso de no existir ellos, el hombre destinaría una cantidad enorme de recursos económicos para su control. Asimismo, muchos roedores o insectos son vectores de enfermedades transmisibles al hombre como el tifo, paludismo y el dengue, que representan problemas de salud pública. Los vertebrados insectívoros y carnívoros de los diferentes grupos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) complementan su actividad como controladores biológicos, ya que aquellos insectos que no son depredados por un grupo lo hacen otros. Varios estudios han mostrado que, si son removidas algunas especies del sistema, el daño ocasionado por insectos se incrementa (Mols y Visser, 2002).

En un sistema boscoso de Estados Unidos de América Takekawa y Garton estimaron que las aves hacen un trabajo equivalente de 1820.00 dólares/km^2, que aplicado a México y tomando el tipo de cambio actual, una sola especie de ave ofrece una función que equivale a $ 21730.80 /km^2 año^{-1}. Esta cantidad representa casi el doble de lo que invierten los cultivadores de cítricos para el control de plagas en el limón ($ 6,898.00) (SAGARPA).

Ahora, si se incluyen a todos las especies que consumen insectos, puesto que la población de algunas de ellas supera con mucho a las de muchas especies de aves, entonces se tiene que la labor que desempeñan estas especies como controladores de plagas se eleva a **$16,510.00** por hectárea. Valor que casi triplica el invertido por los productores.

Tomando la superficie del proyecto para las **4.9302 ha** que comprende el transecto del predio de CUSTF, entonces se tiene que la función desempeñada por las especies de aves equivale a **$ 81,397.60 pesos MN**. Esta cantidad podrá parecer exagerada a primera vista, sin embargo, habrá que tomar como ejemplo la cantidad de dinero que el gobierno federal invierte en la lucha contra algunos problemas de salud, como es el caso del dengue o el paludismo. En México, Arredondo-Jiménez et al., (1993) estimaron que el costo de la lucha contra los moscos transmisores del paludismo, a través de un método efectivo usando un insecticida carbamato asciende a $ 250.05 por casa, en pesos actuales.

Carroñeros: El papel que juega este gremio es poco comprendido por muchas personas, pero los carroñeros son los responsables de reciclar la materia muerta, favorecer el flujo de energía y a su vez limitar la propagación de enfermedades al consumir al vector enfermo. Son organismos con un sistema inmune especializado que es capaz de contrarrestar los efectos de las toxinas de una gran variedad de bacterias, virus y hongos, por ejemplo, el estómago de los zopilotes llega a tener un pH de 1 capaz de matar a esporas resistentes de

los microbios. Los zopilotes son muy sensibles a los cambios, sobre todo cuando los organismos que consume son envenenados por tóxicos químicos, ya que el efecto es mayor en ellos, afectando desde su reproducción hasta su fisiología. Ante la ausencia de estos carroñeros naturales, los cadáveres tardarían más tiempo en ser removidos, el olor desagradable que emiten los cuerpos en descomposición tardaría más tiempo en ser eliminado, lo que probablemente ocasionaría epizootias al tener más tiempo el cadáver de dispersar los microbios.

Asimismo, otros carroñeros como las ratas de ciudad (*Rattus spp*.) o las moscas, se ven beneficiados, con la consecuente amenaza para la salud pública, por ser estos organismos vectores de muchas enfermedades que afectan a los humanos. Desconocemos la cantidad monetaria de estos servicios por carecer de referentes bibliográficos, no obstante, debe ascender a millones de pesos en el área de estudio. La determinación de los costos para la fauna se realizó en dos categorías respectivamente: Control biológico y Dispersión de semillas, la asignación de valores cuantitativos para cada una, de estos términos se realizó conforme a lo señalado en la tabla II.34.

Tabla II.34. Valoración del recurso biológico forestal de Fauna silvestre como prestadora de Servicios ambientales

Servicio	Gremio proveedor del servicio	Beneficios	Valor económico (en pesos mexicanos) estimado para toda el área
			Predios de CUSTF
Dispersión de semillas	Frugívoros Granívoros	Regeneración de la Selva, bosque de encino y dunas costeras, matorrales.	4,177.56
Control Biológico	Insectívoros	Control y disminución de poblaciones de insectos vectores de enfermedades a los humanos, cultivares y ganado. Control y disminución de poblaciones de insectos herbívoros, los que llegan a competir con el ganado por alimento.	81,397.60
Total			**85,575.16**

El valor total señalado hace alusión exclusivamente a la parte de la conservación de la fauna como elemento vivo, sin embargo, debe considerarse un costo adicional en lo que refiere a la prestación de servicios ambientales.

b) Valoración económica de los recursos biológicos forestales de servicios ambientales

1. Hidrológicos

La valoración económica de este servicio ambiental como parte de los usos indirectos de los recursos biológicos forestales considera los montos asignados por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales. Tal valoración toma como base el precio medio es de **$ 1,100.0 pesos/ha/año**$^{-1}$, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de **4.9302 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto de **$ 5,423.22 pesos** M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 108,464.40 pesos** M.N. (ciento ocho mil cuatrocientos sesenta y cuatro pesos 40/100 M.N.).

2. Captura de carbono

La valoración de éste considera los precios establecidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales, en el cual maneja un costo promedio por hectárea de **$ 1,100.0 pesos/ha/año**$^{-1}$, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de **4.9302 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto de **$ 5,423.22 pesos** M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 108,464.40 pesos** M.N. (ciento ocho mil cuatrocientos sesenta y cuatro pesos 40/100 M.N.).

3. Biodiversidad

Para la valoración de este servicio ambiental se consideraron los costos definidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales, el objetivo es promover la conservación de la biodiversidad (flora y fauna silvestre). El monto asignado por hectárea es de $ 1,100.0 pesos/ha/año-1, por lo que para el área sujeta al CUSTF:

Para los predios de CUSTF de las obras del proyecto es de **4.9302 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto **$ 5,423.22 pesos** M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 108,464.40 pesos** M.N. (ciento ocho mil cuatrocientos sesenta y cuatro pesos 40/100 M.N.). Tabla II.35.

Tabla II.35. Valoración económica de los recursos biológicos forestales a intervenir por el CUSTF.

Recursos biológicos forestales		Valor estimado ($)	Valor estimado ($)
		Predio de CUSTF	Predio de CUSTF
Maderables		12.0715 m^3 vta	4,225.03
No maderables	Tierra de monte	7.3953 ton	11,093.02
	Otros	1.97208 ton	10,941.08
Fauna		4.9302 ha	85,575.16
Servicios ambientales	Hidrológicos	4.9302 ha	108,464.40
	Captura de carbono	4.9302 ha	108,464.40
	Conservación de la Biodiversidad	4.9302 ha	108,464.40
Total			**437,227.49**

La estimación económica para los recursos biológicos forestales localizados en los terrenos que serán intervenidos por el CUSTF arroja un monto total de $ **437,227.49** MN. (cuatrocientos treinta y siete mil doscientos veintisiete pesos 49/100 M.N.).

Es importante aclarar que la información de los servicios ambientales está basada en los costos de pagos de la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales, y los valores de las materias primas forestales, están basados con los precios del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 (SEMARNAT-2021), mismos que se señalan en su apartado correspondiente.

c) Otra manera de estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean estos maderables o no maderables

VALOR DEL USO DIRECTO

Metodología:

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, los cuales no existen para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales que no han sido planificados con un fin de aprovechamiento, como es el presente caso. Sin embargo, se ha hecho un intento de calcular económicamente dichos recursos con base en comparaciones estadísticas de los trabajos de la Dirección General Forestal.

Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

El **valor de uso directo** es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras). Sin embargo, los recursos naturales presentes en el área del proyecto si tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales. Por otra parte, una cubierta vegetal sana y densa protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentales de los ecosistemas.

Para la realización de este apartado se realizó la estimación económica por el uso directo (usos extractivos) de los recursos biológicos forestales y faunísticos en la Región donde se ubica el proyecto; esto se realizó de acuerdo a los resultados de entrevistas hechas a los pobladores, a los precios en mercados de la Región y a la consulta de tabuladores del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales para el estado de Querétaro.

Con el fin de calcular los costos de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo, se llevaron a cabo entrevistas con los pobladores del área de estudio, en donde se utilizó la metodología de entrevistas directas con las cuales se obtenía la siguiente información:

a) Estado
b) Localidad.
c) Usos tradicionales de la vegetación de la región.
d) Plantas de uso medicinal.
e) Plantas de uso maderable.
f) Plantas para la construcción y cercado del predio.
g) Tiempo aproximado de colecta
h) Costo aproximado en la región por cada uso
i) Otros.

Con la información obtenida en campo se pudo obtener los costos aproximados de la madera y otros elementos según el uso. Es conviene recordar que el proyecto en estudio sustenta terrenos con vegetación forestal (zonas árido-tropical), por lo que los productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente leña, y en una baja pos pastizal forrajero, por lo que se utilizaron los siguientes precios por unidad de volumen (m^3).

Resultados:

Con base en las encuestas e investigación bibliográfica se pudieron obtener los siguientes datos (tabla II.36).

Tabla II.36. Precios aproximados generales de las materias primas según su uso:

No	Uso principal	$/m³, $/kg o $/paca, (precio en el mercado local)	Observaciones
1	Individuos completos (especies de cactáceas)	$120.00	En este caso se considera individuos y no como metro cúbico debido a que no es posible cubicarlos; sin embargo, para dar una cantidad del costo se calcula la cantidad de individuos por metro cuadrado que se pueden localizar de una especie, que en este caso oscilaban de 1 a 2 organismos/m^2
2	Pastizal forrajero	$250.00	Se considera el costo aproximado de 30 kilos para completar el metro cúbico, a razón de un promedio de $250/paca.
3	Leña	$160.00	Se consideran alrededor de 4 cargas de leña para completar un metro cúbico, a razón de $40.00/carga.

No	Uso principal	$/m³, $/kg o $/paca, (precio en el mercado local)	Observaciones
4	Postes	$200.00	Se estima 10 postes/m³, a razón de $20/poste; las piezas oscilan entre los 20 cm de diámetro y 2.0-2.5 m de largo
5	Medicinal (semillas de acacias, etc.)	$250.00	Se estima el costo por kilogramo, en razón de 250.00/kg.
6	Pérdida de cubierta vegetal (captación de agua, pérdida de suelo, etc).	$12,500.00	En este caso se considera la hectárea de cubierta vegetal, tomando los valores emitidos por la propia SEMARNAT a través de la CONAFOR, así como los costos promedios de restauración ecológica.
7	Pérdida de suelo (erosión)	$10,500.00	
8	Pérdida de hábitat para especies de fauna	$25,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar (hectárea) para conservar el hábitat de la especies de fauna, tomando en consideración que las áreas a afectar ya no existe especies de fauna mayor que son indicativos de la conservación.
9	Pérdida de hábitat para especies de flora	$25,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar para conservar el hábitat (hectárea) de los ecosistemas, tomando en consideración que las áreas a afectar están totalmente alteradas por las acciones antropogénicas.
10	Impacto visual (contaminación visual)	$35,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar para conservar el hábitat (hectárea) de los ecosistemas, sin alterar el aspecto visual de la zona.
TOTAL	**$ 108,980.00**		

Considerando los precios arriba mencionados y teniendo en cuenta que el uso de las materias primas difiere para la comunidad vegetal presente en el área del proyecto, en la tabla II.37 se presenta una estimación económica de los recursos biológicos por esta comunidad vegetal, no sin dejar de considerar el precio máximo para cada una de dicha comunidad vegetal.

Tabla II.37. Con la superficie forestal que se afectará por la construcción del proyecto de acuerdo con el tipo de vegetación y su valor económico.

Total de producción maderable	Superficie (ha)	Costo promedio	Valor (miles de pesos) $
Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	$108,980.00	537,293.20
TOTAL	**4.9302**	**$108,980.00**	**537,293.20**

Nota: Para el caso de la comunidad vegetal se considera el total del costo debido a que en cierto grado presentan servicios ambientales, aunque su estado de conservación es bajo; sin embargo, con la finalidad de dar elementos se calcula como si esta comunidad brindara todos los servicios ambientales descritos con anterioridad; el resultado total es producto de la multiplicación de los metros cúbicos afectados por el costo del servicio (sumatoria de los valores de la fila 1 a la 5). En el caso del cálculo de los servicios ambientales descritos de las filas 8 a la 11 (sumatoria de los costos), estas resultan de la multiplicación de la superficie afectada (ha) debido a que los costos están referidos por hectárea y no por individuos o m³.

VALOR DEL USO INDIRECTO

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques, selvas o matorrales como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. Como ecosistema, la vegetación de zonas áridas y pastizales ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad. De acuerdo con Perrings et al. (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- De producción (madera)
- De medio (autoconservación) y
- De información (investigación científica)

Son los servicios regulatorios los que generalmente generan valores de uso indirecto, en apoyo y protección a diversas actividades económicas que se desarrollan dentro o fuera del ecosistema, pero dependientes del funcionamiento del mismo (como la regeneración de suelos). En ese sentido es fundamental preservar las funciones ecológicas de la selva, matorral y bosque para conservar su integridad como ecosistema, sin que ello impida que pueda lograrse un equilibrio entre la preservación y el uso directo sostenible de sus recursos. Es así que el mantener una cubierta de vegetación forestal en el suelo, trae consigo un sin

número de beneficios económicos. A continuación, se estimará el valor de uso de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

De acuerdo con Ferber et al., (2002), la valoración de los ecosistemas representa un proceso de expresar un valor para el ecosistema, bienes o servicios (es decir, la biodiversidad, la protección contra las inundaciones, oportunidades recreativas, entre otras). En este sentido una aproximación al valor económico de los servicios ambientales es la que proporciona Costanza y colaboradores (1997), quienes afirman que los servicios ambientales de los sistemas ecológicos y la base del capital natural que producen son críticos en el funcionamiento del soporte de vida global. Estos servicios contribuyen al bienestar humano. De este trabajo se presenta la tabla II.38, considerando el bioma de la zona de CUSTF:

Tabla II.38. Estimación económica del uso indirecto de los recursos biológicos forestales afectados por la implementación del proyecto.

Concepto	Valor ($)/ha/año*	Unidad de medida	Cantidad (ha)	Valor total ($)/Año
Regulación de gases	91.83	$/ha/Año	4.9302	452.74
Regulación hidrológica	39.35	$/ha/Año	4.9302	194.00
Control de la Erosión	380.44	$/ha/Año	4.9302	1875.65
Formación de Suelos	13.12	$/ha/Año	4.9302	64.68
Asimilación de Residuos	1,141.33	$/ha/Año	4.9302	5626.99
Polinización	327.97	$/ha/Año	4.9302	1616.96
Control biológico	301.73	$/ha/Año	4.9302	1487.59
Producción de Alimentos	878.95	$/ha/Año	4.9302	4333.40
Recreación	26.23	$/ha/Año	4.9302	129.32
TOTAL	**3,200.98**	**$/ha/Año**	**4.9302**	**15,781.32**

Adaptado de: Costanza et.al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. Vol 387. 253-260 p.

Considerando el valor económico de los servicios ambientales que proporciona un ecosistema y tierras de agostadero, el valor económico de todos ellos en el área afectada por el predio de CUSTF del proyecto es de **$ 15,781.32** (quince mil setecientos ochenta un pesos 32/100. M.N.) por año. Recalcando que los estudios realizados por Costanza y colaboradores son aproximaciones realizadas a nivel de bioma, y que en éstos existe una amplia diversidad de comunidades vegetales y animales, con su inherente productividad, capacidad de asimilación, resistencia y resiliencia. En este sentido se aclara, que los datos que se puntualizan en la tabla anterior pueden ser tomados como indicativos del gran valor económico de las áreas naturales y que, actualmente, no es considerado en los planes y programas de desarrollo.

II.2.7. Etapa de operación y mantenimiento

Operación. Esta etapa del proyecto tiene como objetivo asegurar el servicio continuo de la electricidad a la tensión especificada (115 kV) a través de los cables conductores. Para evitar fallas en la operación se realizan actividades de mantenimiento que son las de revisión permanente de las estructuras, conductores, cable de guarda y aisladores con el fin de detectar posibles daños o afectaciones y pasar a su reacondicionamiento o sustitución definitiva.

Mantenimiento. En esta etapa se realizará un Programa de Mantenimiento que incluye la limpieza, aplicación y cambio secuencial de silicón en aisladores, como medida de protección, también la revisión continua de la estructura para detectar posibles afectaciones del medio ambiente, como piezas con salitre y la limpieza de la brecha de maniobra y patrullaje, así como de la estructura de la torre. La periodicidad con la que se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento será generalmente anual. Este programa presenta tres etapas, las cuales se describen a continuación:

Mantenimiento preventivo: Con el objeto de prevenir cualquier anomalía e interrupción en la línea eléctricas, se pretende priorizar el mantenimiento preventivo para minimizar el mantenimiento correctivo. Para ello se deberá realizar un análisis crítico resultante de una observación visual detallada de la línea, con el objetivo de detectar e informar detalles salientes de lo observado, verificando su estado real en comparación con el exigido.

Mantenimiento correctivo: Se realizará en condiciones de emergencia con el objetivo de controlar todas aquellas actividades que quedaron fuera del mantenimiento preventivo con respaldo del recurso financiero para lograr el menor tiempo de interrupción.

Mantenimiento predictivo: Es la combinación de los dos anteriores, con el objeto de lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario, para lo cual se requiere las mejores técnicas de inspección y medición de las condiciones de la línea de transmisión con una correcta inspección y planeación.

Las actividades de mantenimiento que se realizan en la trayectoria de la línea eléctrica son:

- **Inspección mayor.** Deberá realizarse cuando menos con una frecuencia de una vez por año en todas las instalaciones de la línea transmisión. Esta revisión deberá efectuarse a detalle en cada componente de las estructuras y equipos, cables conductores, hilos de guardas, herrajes, aisladores y sistema de tierra.
- **Inspección menor**. Se realizan hasta dos inspecciones menores por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras.
- **Patrullaje o inspección del área**. Se realizará dos veces al año como mínimo, con el objetivo de detectar alguna falla notoria en los cables y demás elementos estructurales (aisladores, cimentaciones, falta de brecha, invasión al derecho de vía, etc.) que componen la línea de transmisión.
- Cambio de aislamiento con línea energizada. Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo ser con el método a potencial o con pértiga.
- **Cambio de aislamiento con línea des-energizada**. Actividad programada con el bus des-energizado a fin de evitar la afectación de servicio o reste confiabilidad a la red ó en su defecto, que implique un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad.
- **Reajuste de herrajes**. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puentes de cables de guarda y estructura en general.
- **Sustitución de conectores de guarda**. Esta actividad se programará cuando se requieran cambiar los conectores del sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.

- **Sustitución de cable de guarda**. En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se colocarán cables a prueba de corrosión.
- **Mantenimiento a conexiones o cambio de puente**. Incluye sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos.
- **Mantenimiento de equipo y herramientas**. Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo personal, de maniobra y de seguridad.
- **Lavado de aislamiento**. Durante la inspección periódica visual, se puede determinar la pertinencia de lavados de aislamientos (los platos se lavan con agua desmineralizada a presión).

En la **Tabla II.39**, se muestra el programa de mantenimiento, en el cual se presentan tanto las actividades que se realizan una o más veces al año, como aquellas actividades que se requieren realizar en periodos más prolongados.

Tabla II.39. Programa de mantenimiento.

Mantenimiento electromecánico	
Actividades	**Periodo de inspección**
Inspección mayor	Mínimo una vez al año
Inspección menor:	Mínimo dos veces al año
Patrullaje o inspección del área	Dos veces al año
Cambio de aislamiento con línea energizada.	Dos veces al año
Cambio de aislamiento con línea des-energizada	Dos veces al año
Reajuste de herrajes	Dos veces al año
Sustitución de conectores de guarda	Dos veces al año
Sustitución de cable de guarda	Dos veces al año
Mantenimiento de equipo y herramientas	Dos veces al año
Mantenimiento a conexiones o cambio de puente	Dos veces al año
Lavado de aislamiento	Dos veces al año
Patrullaje o inspección del área: Dentro de esta actividad se incluye la poda selectiva en la línea de transmisión respetando el	Una vez al año

Mantenimiento electromecánico	
Actividades	**Periodo de inspección**
área y a Línea Transmisión del cable de transmisión donde esta actividad no se llevará a cabo.	

II.2.7.1. Etapa Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Las obras se consideran de utilidad permanente, sin embargo, la vida útil de los postes a utilizar es de aproximadamente 50 años, por lo que el proyecto contempla la supervisión constante a fin de llevar a cabo las actividades de mantenimiento y sustitución de los componentes principales para continuar con el servicio, tales como:

- Aumento o disminución de la capacidad de voltaje.
- Cambio de estructuras de soporte.
- Cambio de cable de guarda y conductor.
- Cambio de aisladores.
- Renovación del sistema de tierras.

La infraestructura reemplazada se comercializa con empresas especializadas en la fundición, previo conocimiento de las autoridades correspondientes.

II.2.8. Residuos sólidos

Los residuos sólidos urbanos re-aprovechables (tambos, pedacería de cable de aluminio y de cable de acero), se reintegrarán a los almacenes de la promovente para su posterior utilización o enajenación. En el mantenimiento de la brecha forestal no se utilizarán químicos ni quemas, realizándose manualmente con la ayuda de machetes y esporádicamente motosierras; los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los dueños de los predios para fines domésticos, o bien serán triturados con el fin de que sean degradados en el menor tiempo al normal que se requiere en condiciones naturales para que sean incorporados al suelo. En cuanto a los Residuos Peligrosos, se considera que prácticamente no se generarán durante la construcción del proyecto (restos de pintura, estopas impregnadas), sin embargo, independientemente del volumen en que se generen, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia.

Disposición final de residuos peligrosos, urbanos y de manejo especial

Para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial (bolsas y envases de plástico, pedacería de madera), se solicitará a la autoridad del municipio en donde se ubica el proyecto el uso de los basureros municipales, rellenos sanitarios o áreas autorizadas por el mismo para la disposición final de este tipo de residuos. Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento y/o reutilización, se destinarán a su disposición en los sitios que disponga la autoridad competente de acuerdo al avance de las obras y de su cercanía al proyecto, siempre observando las normas que para el caso existan.

Para el caso de los residuos fisiológicos, se utilizarán instalaciones provisionales (letrinas portátiles) que se distribuirán en los frentes de trabajo, a las cuales dará mantenimiento una compañía autorizada con capacidad para manejar y disponer las aguas residuales.

Como ya se mencionó anteriormente, prácticamente no se generarán residuos peligrosos durante la etapa de construcción; sin embargo, en caso de generarse éstos como consecuencia por ejemplo de una fuga de aceite de los equipos de construcción, éstos serán acopiados en un almacén temporal de residuos peligrosos, para disponerlos con empresas autorizadas al final del proyecto. En el caso de los residuos generados por el mantenimiento de los vehículos y equipo, estos serán manejados en los talleres especializados de reparación.

En la tabla II.39 se presenta un resumen de los tipos de residuos que se tiene presume se podrían generar durante las diferentes etapas del proyecto y en la tabla II.40 los volúmenes que se generarían.

Tabla II.40. Residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.

Etapa del proyecto	Residuos generados sólidos y líquidos	
Preparación del sitio	Envases de aceite, botes de pintura en aerosol, basura doméstica y residuos fisiológicos	
Construcción	Sub-etapa de obra civil	Sobrantes de varillas y alambrón, residuos de concreto, sacos de cemento, restos de materiales pétreos y cemento, envases de aceite y basura doméstica y residuos fisiológicos.
	Sub-etapa de obra electromecánica	Restos de tornillería y de acero, madera, flejadores metálicos, envases de aceite, restos de porcelana, basura y residuos fisiológicos.
Operación y Mantenimiento	Envases de aceites, restos de cable, de porcelana y basura en general	

Con respecto a las recomendaciones consideradas para el manejo y disposición de los residuos generados por el proyecto, éstas se describen en el Capítulo VII.

Tabla II.41. Tipo y cantidad de residuos que se generan en las diferentes etapas del proyecto y destino final de los mismos (Línea de Transmisión (LT)).

Obra	Actividad	Número de Personal	Periodo Ejecución (días)	Tipo de residuo	Características	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Forma de recolección	Manejo	Disposición final
Preparación del sitio											
	A) Desmonte y Despalme	5	30	Residuos domésticos	No peligroso	30 Kg.	Sólido en el sitio de la trayectoria	Camión colector	Manual <bolsas de plástico>	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Relleno municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	30 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camión colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
Construcción											
Civil	B) Terracerías	6	60	Basura doméstica	No peligroso	120 Kg	Sólido en el sitio de la trayectoria	Camión recolector	Manual (en bolsas o contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Relleno municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	120 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camiones colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
				Residuos de tierra	No peligroso	160	Sólido	Camión colector	Retroexcavadora	Transporte en camión de volteo	Relleno municipal

Obra	Actividad	Número de Personal	Periodo Ejecución (días)	Tipo de residuo	Características	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Forma de recolección	Manejo	Disposición final
	C) Excavaciones	8	60	Basura doméstica	No peligroso	120 Kg	Sólido en el sitio de la trayectoria	Camión recolector	Manual (en bolsas o contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Relleno municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	120 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camiones colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
				Residuos de tierra	No peligroso	160	Sólido	Camión colector	Retroexcavadora	Transporte en camión de volteo	Relleno municipal
	D) Cimentaciones	20	75	Residuos fisiológicos	No peligroso	150 Lts.	Sólido	Camión	Contenedores	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Planta de Tratamiento
				Basura doméstica		300 Kg					Relleno municipal
				Alambre	No peligroso	70 Kg	Sólido	Camión	Contenedores	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Almacén temporal
				Residuos de madera	No peligroso	240 Kg	Sólido	Camión colector	Contenedores	Transporte en camión	Almacén temporal para rehúso
				Residuos de concreto	No peligroso	2.00 M³	Sólido	Camión	Contenedores y bolsas plásticas	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Relleno municipal
	E) Relleno y compactado	8	40	Basura doméstica	No peligroso	80 Kg	Sólido o acuoso	Camiones	Contenedores	Camión con olla revolvedora	Relleno municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	90 Lts.	Pulverizado	Camiones	Camión de volteo	Transporte o contenedor	Planta de Tratamiento
Electro-mecánica	F) Montaje de estructuras	12	30	Basura doméstica	No peligroso	120 Kg	Sólido	Camiones	Manual (en bolsas ó contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	120 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camión colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
				Residuos de embalaje	No peligroso	40 Kg	Sólido	Camiones	En contenedores	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Almacén temporal para reúso
	G) Vestido de estructuras	8	20	Residuos de embalaje	No peligroso	120 Kg	Sólido	Camiones	En contenedores	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Almacén temporal para reúso
				Basura doméstica	No peligroso	40 Kg	Sólido	Camiones	Manual (en bolsas ó contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	40Lts.	Semisólidos y líquidos	Camión colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
	H) Tendido de cable conductor y guarda en área de Buses	10	30	Seguetas	No peligroso	2 Kg	Sólido	Camiones	Manual (en contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal
				Residuo de cable conductor	No peligroso	50 Kg	Sólido	Camiones	Contenedor	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Almacén temporal para reúso
				Basura doméstica	No peligroso	70 Kg	Sólido	Camiones	Manual (en bolsas ó contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	90 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camión colector	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de Tratamiento
				Cinta de aislar	No peligroso	2 Kg	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor	Basurero municipal

Obra	Actividad	Número de Personal	Periodo Ejecución (días)	Tipo de residuo	Características	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Forma de recolección	Manejo	Disposición final
	I) sistema de tierras	8	45	Residuos de soldadura	No peligroso	2 Kg	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor	Basurero municipal
				Basura doméstica	No peligroso	110 Kg	Sólido	Camiones	Manual (en bolsas ó contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal
				Residuos fisiológicos	No peligroso	110 Lts.	Semisólidos y líquidos	Camiones	Sanitarios portátiles	Transporte de aguas residuales	Planta de tratamiento
Operación y Mantenimiento											
	J) Mantenimiento de instalaciones	6	5	Residuos de Manejo especial y Basura domésticas	No peligroso	Variable en función de las necesidades de mantenimiento.	Sólido	Camiones	Manual (en bolsas o contenedores)	Transporte en vehículo (Pick-Up)	Basurero municipal o centros de acopio
	K) Mantenimiento de derechos de vía	6	5	Residuos orgánicos	No peligroso	Variable en función de las necesidades de mantenimiento.	Sólido				Picado y esparcido en el sitio

II.2.8.1. Emisiones a la atmósfera

En lo referente a la emisión de gases, estos estarán representados únicamente por los que generen los vehículos y maquinaria utilizados; los cuales se prevé mantener por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana 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 utilizan gasolina como combustible, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de marzo de 2007. Así mismo, las emisiones de ruido consistirán en las que generen los mismos vehículos y la maquinaria, los cuales se prevé estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

Medidas de seguridad

Como medidas de seguridad para prevenir cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se llegara a presentar durante alguna etapa del proyecto, se aplicarán los procedimientos que se han elaborado para ello, listados a continuación (tabla II.42).

Tabla II.42. Procedimiento de emergencia / contingencia previstos para la ejecución del proyecto.

Tipo de Emergencia / Contingencia	Procedimiento
Desplazamiento de taludes	Procedimiento P.E. 130 - LT01
Asentamientos diferenciales	Procedimiento P.E. 140 - LT01
Lluvias torrenciales en líneas de transmisión	Procedimiento P.E. 210 - LT01
Vientos, ciclones, huracanes y tornados	Procedimiento P.E. 260 - LT01
Tormentas eléctricas	Procedimiento P.E. 270 - LT01
Accidentes aéreos y terrestres	Procedimiento P.R. 530 – LT01
Actos de sabotaje, terrorismo y vandalismo	Procedimiento P.E. 540 - LT01
Asentamientos humanos en el derecho de vía	Procedimiento P.E. 560 - LT01
Incendios	Se implementará un programa para Atención a Emergencias Ambientales, el cual forma parte del Sistema de Gestión de Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo en CFE.

Otros como los de tipo plástico, resultado de envases de bebidas y consumibles de las cuadrillas de trabajo que participan en la obra se colectarán y se dispondrá de ellos como lo marcan las medidas ambientales descritas en el capítulo VI de este DTU.

Para llevar a cabo la disposición de estos residuos, la constructora por indicación del supervisor ambiental de CFE o autoridad municipal, según sea el caso, los separará o trasladará al tiradero municipal y si existen los servicios en el área, se colocarán en recipientes de disposición especial designados para ese fin.

Los sitios de disposición final de los residuos, deberán de contar con las autorizaciones de los mandos de cada municipio. Los sitios deberán contar con un área de almacenaje, la cual deberá ser suficiente para cubrir la demanda requerida por los desechos de los trabajos de construcción del proyecto.

Tabla II.43. Estimación de residuos generados

TIPO RESIDUO	LEY/REGLAMENTO/NORMA	Cantidad estimada de residuo generado (m^3)
RESIDUOS NO PELIGROSOS		
Excedentes de excavación	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	750 **m^3**
Restos de hormigón		2.5 **m^3**
Escombros		75 ton
Papel y cartón		350 kg
Maderas		650 kg
Plásticos (envases y embalajes)		70 kg
Chatarras metálicas		2.5 ton
Residuos vegetales (podas y talas)		5 ton
RESIDUOS PELIGROSOS		
Trapos impregnados	NOM-052-SEMARNAT-2005	50 kg
Tierras contaminadas		0.0 **m^3**
Envases que han contenido sustancias peligrosas		50 kg

El principal objetivo de la clasificación de los residuos es el de identificar el estado físico, las propiedades y las características inherentes de los residuos, dicha clasificación se lleva a cabo atendiendo a dichos aspectos, para que, en función de sus volúmenes, formas de manejo y concentración, anticipen su comportamiento en el ambiente, la probabilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud y/o al ambiente. La LGPGIR establece listados, normas o instrumentos a través de los cuales se enuncian, identifican y determinan los residuos de acuerdo a su clasificación.

Residuos de construcción y demolición (RCD).

La producción de residuos de construcción y demolición (RCD) a nivel mundial ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas, lo que ha ocasionado un problema ambiental a consecuencia de su vertido incontrolado.

Así mismo la disposición sin separación ni tratamiento, frecuentemente en sitios clandestinos, de una mezcla de material de excavación, restos de ladrillo, azulejos, mortero, concreto, yeso, madera, plásticos, solventes y restos de pintura, metales y otros materiales utilizados en los procesos constructivos de obras, generan un impacto ambiental relevante. A consecuencia del manejo inadecuado de los RCD, principalmente en la disposición final, se han identificado diversos problemas ambientales, de imagen urbana y salud, destacando los siguientes:

- Obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas.
- Afectación al drenaje natural.
- Azolve de las partes bajas e inundación de zonas aledañas en temporada de lluvias.
- Afectación al medio físico y medio biótico (flora y fauna).
- Focos de contaminación por mezcla de residuos, incluso peligrosos.
- Contaminación del suelo y subsuelo e incluso de acuíferos.
- Afectación de zonas de recarga de agua subterránea.

- Impacto visual del entorno.
- Proliferación de polvo (contaminación del aire) provoca enfermedades respiratorias.
- Proliferación de fauna nociva.

En este sentido previo al inicio de los trabajos se programará la gestión de los residuos mediante la elaboración de un de Plan de Manejo de Residuos durante la construcción por los contratistas responsables de ejecutar los trabajos, donde se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: desde la generación, manejo, almacenamiento, transporte y disposición final, así como la valorización de los mismos para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, metales, entre otros. Además, en este plan se establecen las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder al manejo más adecuada para cada uno de ellos, conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Los residuos generados serán clasificados de acuerdo a sus características físicas y químicas, en residuos sólidos urbano, residuos de manejo especial, residuos peligrosos y residuos biológicos infecciosos (tabla II.44).

Tabla II.44. Clasificación y estimación de los residuos de construcción y demolición

Grupo	Subproducto	% de incidencia
Material de excavación	Material de relleno	39
Concreto	Concreto: bases hidráulicas	24
	Concretos hidráulicos	
	Adocreti, adopastos	
	Bordillos, postes de cemento	
	Arena, morteros.	
Elementos premezclados, prefabricados y pétreos	Asfalto: carpetas asfálticas	0.3
	Piedra	24
	Block, tabiques	
	Mortero, adoquines	
	Tabicones, tubos de albañal, ladrillos	

Grupo	Subproducto	% de incidencia
Otros	Yeso, muro falso	12
	Madera	
	Cerámica	
	Plástico	
	Metales	
	Vidrios	
	papel y cartón	
RSU	RSU	0.7
Residuos orgánicos	Hojas, ramas, troncos y	
Producto de despalme	Raíces	
Fuente; CMIC 2013		

Una vez identificados los tipos de residuos que se generaran durante el proceso constructivo se llevará a cabo la construcción de almacenes temporales para los residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos esto en apego a la NOM 052-SEMARNAT 2005- y a la LGPGIRS así como demás criterios normativos aplicables.

Previo al inicio de las actividades constructivas se capacitará y concientizará al personal y a la supervisión de los trabajos a través del encargado de vigilar los aspectos ambientales de la obra.

Así mismo se instalará un almacén temporal de residuos sólidos urbanos en el cual serán almacenado temporalmente para su recolección y disposición final en un sitio autorizado, estas últimas dos actividades se realizarán a través de un prestador de servicios autorizado. La periodicidad de recolección estará en función de los volúmenes de generación, en la experiencia en este tipo de obras se estima una recolección semanal.

Se estima que los trabajadores de la obra serán 4 frentes de trabajo conformados por 3 cuadrillas de 11 personas y el proyecto tendrá una duración aproximada de 28 meses, aunque no todas las actividades se realizarán de manera simultánea. Se asume que el 80% de los residuos de tipo doméstico se generarán en sus lugares de residencia y sólo el 20%

en los frentes de obra. Considerando el factor de generación de basura de 0.450 kg/persona/día, los desechos domésticos que se generarán en los frentes de obra se estiman en unos 37.08 ton en total para toda la obra. Esta basura será entregada por lo menos 3 veces por semana al sistema de limpia de la Ciudad más cercana al frente de obra, para evitar su acumulación.

Tabla II.45. Generación de RSU

Etapa	Número de personas	Tiempo	Generación diaria (0.45 kg/pers)	Total (ton)
Preparación del sitio	10	210	4.5	0.945
Construcción	110	730	49.5	36.135
			Total	**37.08**

II.2.8.3. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Los residuos sólidos urbanos re-aprovechables (tambos, pedacería de cable de aluminio y de cable de acero), se reintegrarán a los almacenes de la promovente para su posterior utilización o enajenación. En el mantenimiento de la brecha forestal no se utilizarán químicos ni quemas, realizándose manualmente con la ayuda de machetes y esporádicamente motosierras; los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los dueños de los predios para fines domésticos, o bien serán triturados con el fin de que sean degradados en el menor tiempo al normal que se requiere en condiciones naturales para que sean incorporados al suelo. En cuanto a los Residuos Peligrosos, se considera que prácticamente no se generarán durante la construcción del proyecto (restos de pintura, estopas impregnadas), sin embargo, independientemente del volumen en que se generen, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia. Los residuos que se generen en la etapa de operación y mantenimiento se clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la normativa aplicable vigente.

La empresa contratista se hará cargo de contratar los servicios para la recolección y disposición final de los residuos.

Para llevar a cabo la disposición de los residuos, principalmente los sólidos urbanos, la constructora contratada deberá obtener de manera previa, la autorización del municipio

correspondiente. Para el caso de los desechos generados por el uso de los servicios sanitarios se dispondrán con letrinas portátiles. El contratista tendrá la responsabilidad de enviar los residuos de estas letrinas a una planta de tratamiento de aguas residuales para su manejo o disponerlos en donde lo indique la autoridad responsable. En lo que respecta a los desechos reciclables de los materiales de construcción, éstos en primera instancia se almacenarán para posteriormente ser dispuestos en los sitios adecuados y autorizados para tal fin.

Para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial (bolsas y envases de plástico, pedacería de madera), se solicitará a la Autoridad del municipio en donde se ubica el proyecto el uso de los basureros municipales, rellenos sanitarios o áreas autorizadas por el mismo para la disposición final de este tipo de residuos. Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento y/o reutilización, se destinarán a su disposición en los sitios que disponga la autoridad competente de acuerdo al avance de las obras y de su cercanía a las líneas, siempre observando las normas que para el caso existan.

Se utilizarán instalaciones provisionales (letrinas portátiles) que se distribuirán en los frentes de trabajo, a las cuales dará mantenimiento una compañía autorizada con capacidad para manejar las aguas residuales.

Como ya se mencionó anteriormente, no se espera generar residuos peligrosos durante la etapa de construcción, siendo que los producidos por el mantenimiento de los vehículos y equipo, serán manejados en los talleres especializados de reparación.

Dentro de la infraestructura disponible para la disposición de los residuos que pudieran generarse, se considerará el relleno sanitario o el lugar que indiquen las autoridades municipales, radicando su importancia en la capacidad con que cuenta para manejo de los mismos. En lo que concierne a la construcción de las obras, se prevé que los residuos generados por la construcción de la línea de alta tensión en las diferentes etapas serán manejados y dispuestos por una compañía autorizada, previa notificación a las autoridades municipales en donde se pretenda hacerlo y considerando la normatividad aplicable en el manejo de los residuos.



CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Índice

III. III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES……3

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales……3

III.2. Decretos Y Programas De Conservación Y Manejo De Las Área Naturales Protegidas……103

III.3. Planes O Programas De Desarrollo Urbano……119

III.4. Otros Instrumentos……134

III.5. Normas Oficiales Mexicanas (Nom)……157

III.6. Conclusiones……160

III.7. Bibliografía……162

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

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales

III.1.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio decretados.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es el instrumento de planeación que establece la legislación ambiental mexicana para regula los usos del suelo y las actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de los recursos naturales. La Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece cuatro niveles de ordenamiento ecológico: General de Territorio (competencia federal), Regionales (competencia estatal), Locales (competencia municipal) y Marinos (competencia federal). La formulación del OET es un proceso de planeación participativa que incorpora a organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, a la administración pública y a la sociedad en general con el propósito de consensar políticas ambientales de conservación, restauración, protección y aprovechamiento.

El estado de Querétaro donde se localiza el proyecto de construcción de la Línea de Transmisión (LT) en estudio, de acuerdo con los registros obtenidos de la SEMARNAT [1], si se ubica sobre un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional decretado (Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), (figura III.1), y existen en esta entidad Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) identificadas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual se describe a continuación, así como la UAB correspondiente para el área de estudio.

[1] www.semarnat.gob.mx

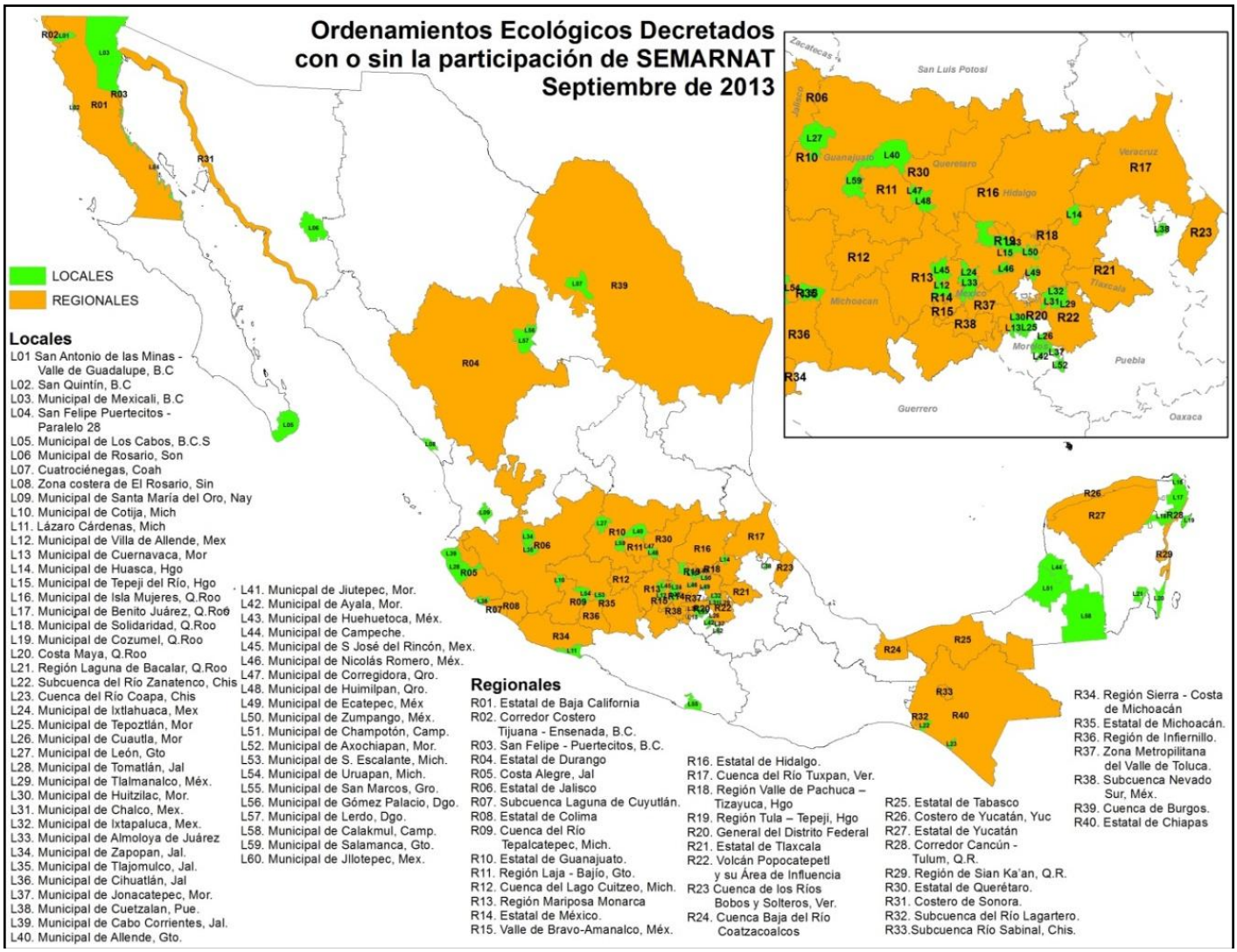


Figura III.1. Muestra la distribución de los OET regionales y locales decretados para el país.

III.1.2. Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT)

El 07 de septiembre de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el óptimo uso del suelo y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional. Dentro de sus objetivos y metas están el de regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales; lograr la protección del medio ambiente a través de la apropiación y aplicación de políticas y criterios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento integral de los recursos naturales, todo ello en un marco de desarrollo sustentable; elaborar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción a partir de la construcción de un diagnóstico con base a las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes; establecer los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas de asentamientos humanos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos

ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF a quienes está dirigido este Programa que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

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

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo

como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de 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 Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Las **áreas de atención prioritaria** de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 24 del ROE, las **áreas de aptitud sectorial** se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF. En cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

En función de lo anterior, se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada UAB, por lo que serán **promotores del desarrollo sustentable** en la UAB y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respetivas competencias. Lo anterior sólo es posible mediante la participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en la ejecución de este programa, y mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que en términos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento, tienen de observar este Programa en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública. Además los sectores reconocen

bajo este esquema, la necesidad de trabajar conjuntamente organizados hacia tal fin en el Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI).

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. *Los Rectores*, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Los Asociados, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las **80 regiones ecológicas**, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.

2. Lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los

diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

En 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.
Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

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

Estrategias Ecológicas

1. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio:

A. Dirigidas a la Preservación

Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

B. Dirigidas al Aprovechamiento Sustentable

Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.
Estrategia 5: Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales.

C. Dirigidas a la Protección de los recursos naturales

Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
Estrategia 10: Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección.
Estrategia 11: Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.
Estrategia 13: Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D. Dirigidas a la Restauración

Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios
Estrategia 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.
Estrategia 15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.
Estrategia 16: Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.
Estrategia 17: Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).
Estrategia 18: Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.

Estrategia 19: Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.
Estrategia 20: Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
Estrategia 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
Estrategia 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
Estrategia 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

2. Dirigidas al Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.

A. Suelo Urbano y Vivienda.

Estrategia 24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
Estrategia 25: Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.
Estrategia 26: Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.

B. Agua y Saneamiento.

Estrategia 27: Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
Estrategia 28: Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

C. Infraestructura y equipamiento urbano y regional.

Estrategia 30: Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional.
Estrategia 31: Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
Estrategia 32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.

D. Desarrollo social.

Estrategia 33: Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
Estrategia 34: Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.
Estrategia 35: Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
Estrategia 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.
Estrategia 37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
Estrategia 38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
Estrategia 39: Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
Estrategia 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 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.
Estrategia 41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

A. Marco Jurídico

Estrategia 42: Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

B. Planeación del ordenamiento territorial.

Estrategia 43: Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.
Estrategia 44: Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

De acuerdo a la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

(*http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdGenTerr.aspx*), el proyecto se ubica dentro de la siguiente unidad ambiental:

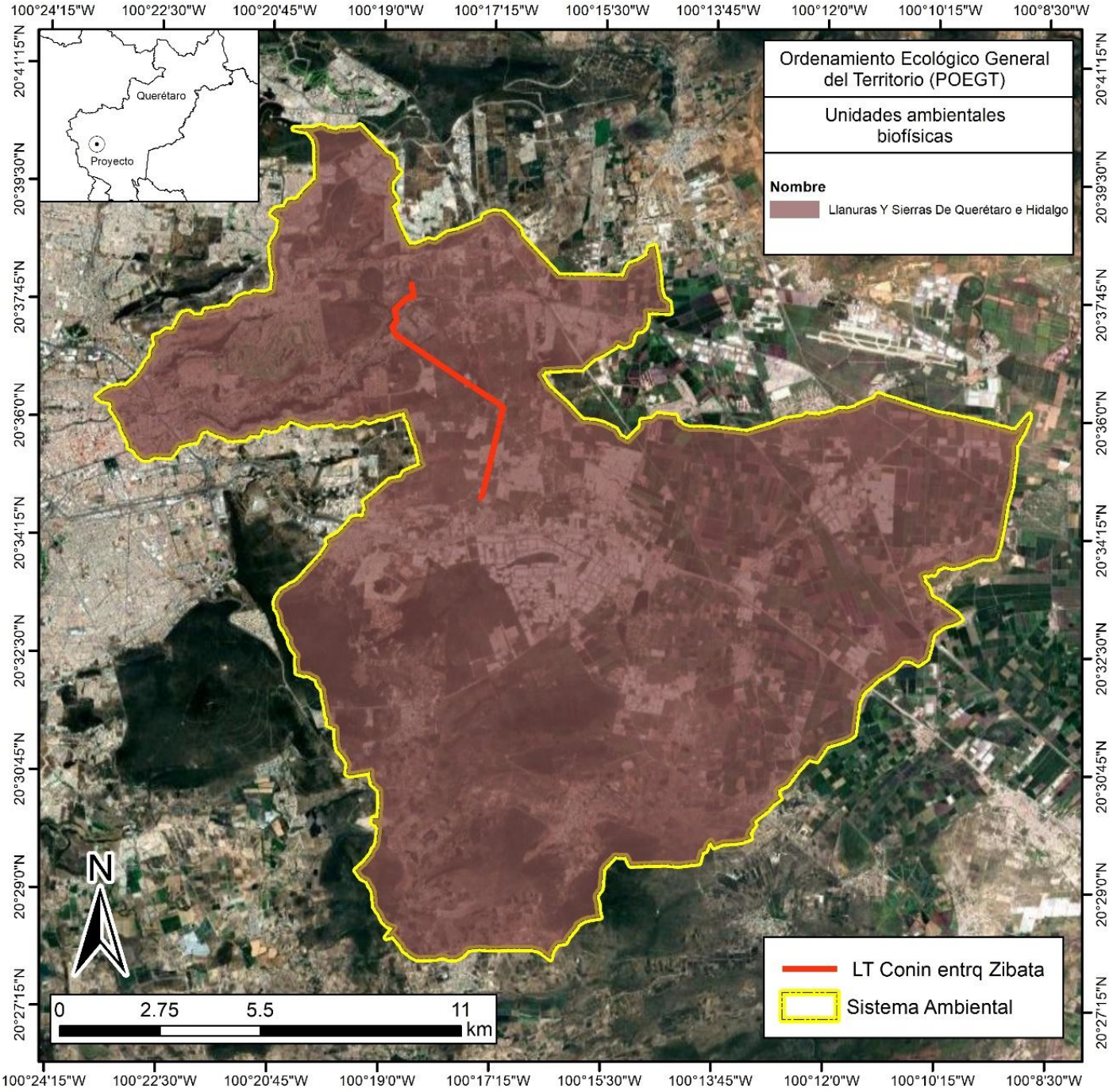
Tabla III.1. Ubicación y caracterización de la Unidad Biofísica Ambiental donde se ubica el proyecto de acuerdo al POEGT.

CLAVE REGION	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERES	POLITICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCION PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
18.20	52	Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo	Forestal- Preservación de Flora y Fauna	Agricultura- Desarrollo Social- Ganadería- Minería	-	PEMEX	Restauración y aprovechamiento sustentable	Bajo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44



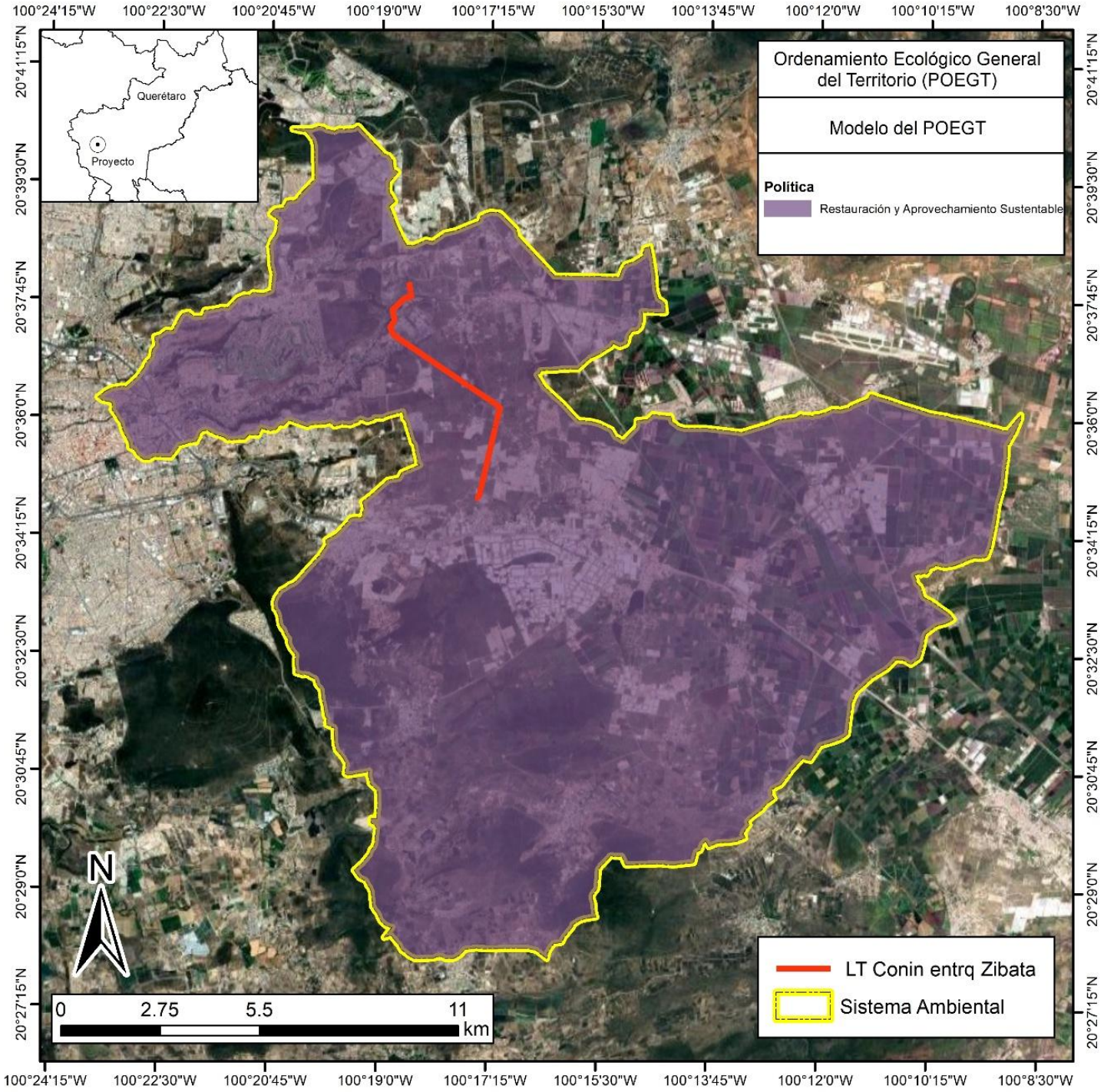
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (SEMARNAT, 2012)

Figura III.2. Unidades Biofísicas Ambientales



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (SEMARNAT, 2012)

Mapa III.1. Unidades Biofísicas Ambientales donde se ubica el proyecto en estudio



Mapa III.2. Política ambiental de las unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que componen el proyecto en estudio.

Tabla III.2. Unidad Ambiental Biofísica UAB 52

<table>
<tr><td colspan="2">
</td><td colspan="2">REGIÓN ECOLÓGICA: 18.20
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Localización:
52. Sur de Hidalgo y Querétaro</td></tr>
<tr><td></td><td>Superficie en km2:
52. 14,532.32</td><td>Población por UAB:
52. 3,054,540</td><td>Población Indígena:
52. Mazahua-Otomí</td></tr>
</table>

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**52. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de muy alta a alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Pecuario. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 88.5. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Alto indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**52. Inestable o critico**
Política Ambiental:	52. Restauración y aprovechamiento sustentable
Prioridad de Atención:	**252.Bajo**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
52	Forestal- Preservación de Flora y Fauna	Agricultura- Desarrollo Social- Ganadería- Minería	-	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 52	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo.

	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	**14.** Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 Bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **18.** Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. **26.** Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. **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.
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 y menos costosas. **32.** Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.

E) Desarrollo Social	**35.** Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. **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 servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. **40.** Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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 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 III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación 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.

Fuente: Diario Oficial de la Federación 7 de Septiembre del 2012, recuperado el 21/05/2013.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Lineamientos y estrategias ecológicas. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad

biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las **estrategias ecológicas**, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. 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 para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En 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.

1. Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados. **Los Rectores,** son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. **Los Asociados**, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

En general, el POEGT es un instrumento inductivo que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que en términos

del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, tienen de observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que se incluye la promovente, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

De manera particular, las estrategias y acciones que aplican al sector eléctrico, son las siguientes (tabla III.3):

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales de la UAB 52

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el proyecto
A) Preservación	**1.** Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto se vincula con a las tres estrategias en comento, debido a que se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de importancia ecológica de flora y fauna, en este sentido, se obtuvo información de campo que contribuye a conocer los ecosistemas afectados por el proyecto y la biodiversidad que albergan.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de aprovechamiento No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, si bien, en el estudio se realiza una valoración de los servicios ambientales presentes en el área del proyecto, el objeto del sector es para aprovechamiento sustentable, mismo que es completamente diferente al objetivo del proyecto, que es la instalación de infraestructura eléctrica.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	8. Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas.	El proyecto dará cumplimiento al marco normativo en materia ambiental, en donde se analiza a la cuenca hidrográfica forestal como unidad básica del manejo y planeación de infraestructura eléctrica.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	

D) Dirigidas a la Restauración	**14.** Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se realizarán acciones de conservación de suelos, como el rescate y reubicación de especies de importancia ecológica de flora y fauna y acciones preventivas para evitar procesos erosivos.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto. el proyecto no trata del establecimiento de instrumentos normativos, si no que el mismo, se acopla a los ya establecidos de forma armónica y propiciando el desarrollo de la región.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		**Vinculación con el proyecto**
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	
C) Agua y Saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de saneamiento de agua.
	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.	
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 y menos costosas.	El proyecto consiste en el establecimiento de infraestructura eléctrica que traerá consigo beneficios indirectos en cuanto a la infraestructura existente en la región, pues al fortalecer un sector los demás sectores tienen

	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	un efecto domino, con lo que se propiciará el desarrollo de ciudades con planeación y sustentabilidad.
E) Desarrollo Social	**35.** Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Con el establecimiento del proyecto, se contratará a personal de la región, además que el con el mismo, se generará mejores condiciones del sistema eléctrico, para que el mismo sea funcional y se mejoren las condiciones de los servicios favoreciendo la diversificación de las actividades productivas y el 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 servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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 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 III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		**Vinculación con el proyecto**
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se gestiona conforme a la Ley Agraria y al Código Civil Federal, respetando en todo momento los derechos de la propiedad rural.

B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de una institución que promueva la planeación de ordenamiento territorial
	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.	

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que se incluye a la CFE, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto no contempla directamente el aprovechamiento sustentable de los recursos del área en que se llevará a cabo. Así mismo, es importante indicar también que el Proyecto no contempla el uso ni la afectación de los escurrimientos, por lo cual no se verá afectado el equilibrio de las cuencas y de los acuíferos, aunado a que se presenta medidas de mitigación específica para no disminuir la infiltración del agua.

A manera de conclusión el establecimiento de las obras del proyecto eléctrico que se trata, cuyos principales objetivos son: reforzar la infraestructura eléctrica en el Centro de México, proporcionar la capacidad al sistema para satisfacer la demanda programada a futuro y crear infraestructura eléctrica que se integre al Sistema Eléctrico Nacional, y que considera el respeto y cumplimiento estricto de la normatividad aplicable, retoma las estrategias definidas por el Ordenamiento Ecológico para la **UAB 52**, tales como la recuperación de especies en riesgo (dentro de la estrategia preservación), proteger los ecosistemas, a través de las medidas de prevención y mitigación (contenida en estrategia de Protección de los recursos naturales), generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas (definida en la estrategia Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios), así mismo, el suministro eléctrico permitirá y promoverá la diversificación de actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa (contenida en la estrategia de Desarrollo Social). En tal sentido, el Proyecto, no contraviene las estrategias establecidas para la **UAB 52** en la que este se encuentra y, por el contrario, coadyuva con las estrategias como eje rector para definir las medidas aplicables al mismo.

III.1.3. Ordenamientos ecológicos estatales.

Este aspecto comprende todas aquellas actividades cuyo objetivo es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el propósito de lograr la protección del medio ambiente y la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. El territorio estatal es el escenario donde se expresan espacialmente los procesos de la política del desarrollo y de la dinámica social; así mismo refleja en el paisaje la interacción entre el uso de los recursos naturales, los procesos de transformación y los resultados socioeconómicos de sus pobladores.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es el instrumento de planeación que establece la legislación ambiental mexicana para regula los usos del suelo y las actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de los recursos naturales. La Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece cuatro niveles de ordenamiento ecológico: General de Territorio (competencia federal), Regionales (competencia estatal), Locales (competencia municipal) y Marinos (competencia federal). La formulación del OET es un proceso de planeación participativa que incorpora a organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas y de investigación, a la administración pública y a la sociedad en general con el propósito de consensar políticas ambientales de conservación, restauración, protección y aprovechamiento. Para el estado Querétaro cuenta con ordenamiento ecológico estatal, en la cual se ubica el proyecto en estudio.

III.1.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ).

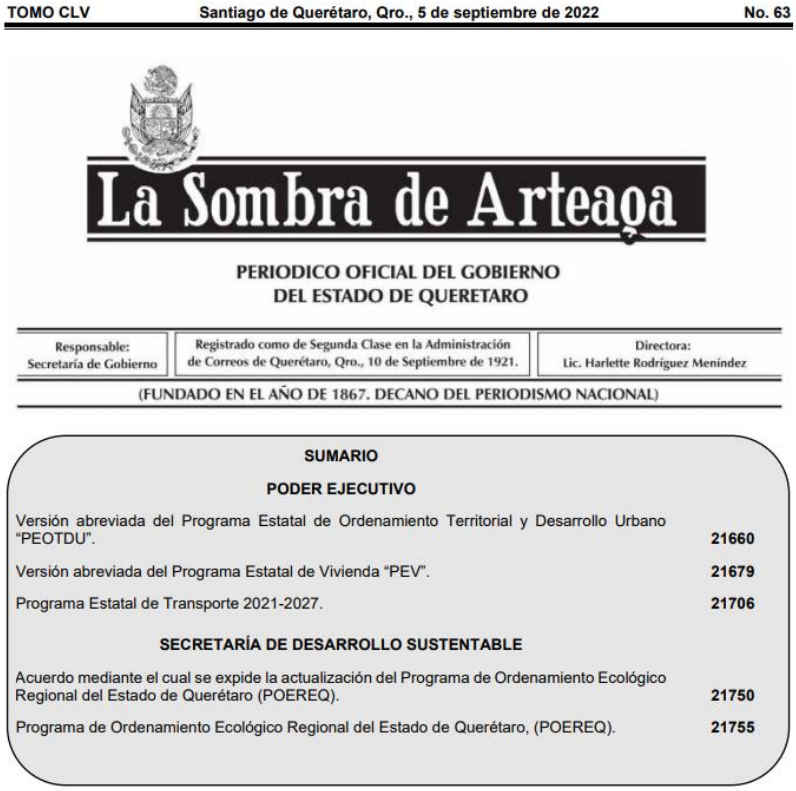
El Ordenamiento Ecológico como un instrumento de política ambiental establece de conformidad con la Ley de Planeación, el desarrollo equilibrado y sustentable, que atiende la problemática ambiental del estado para consolidar la conservación de los recursos naturales, la continuidad de procesos naturales, la conservación de especies, asegurar la restauración de áreas degradadas, la mitigación de impactos y establecer criterios que permitan orientar el desarrollo social y económico, acorde a las potencialidades y limitantes del medio, de acuerdo a la vocación de cada zona o región en función de sus recursos naturales, los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, el impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras de actividades, entre otros.
La aplicación de los criterios mencionados en este trabajo en conjunto con las medidas de mitigación plasmadas en el Capítulo VI, así como las disposiciones que señalen las autoridades correspondientes y su verificación podrán en muchas casos evitar o cuando menos mitigar los impactos que pudiera generar el presente proyecto, acercando su desarrollo a principios de sustentabilidad.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) es de carácter regional, conforme a la fracción II del Artículo 19 Bis de la Ley General del Equilibrio

Ecológico y la Protección al Ambiente. El “Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)” fue formulado por la Federación por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por los Gobierno del Estado de Querétaro, de conformidad con los convenios de coordinación celebrados al efecto y con fundamento en los Artículos 20 BIS y 20 BIS 2 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales.

Es una de las estrategias fundamentales para detener el deterioro ambiental y planificar el futuro, buscando alcanzar el desarrollo sustentable, por lo que constituye una solución práctica para incorporar la variable ambiental a la planificación del desarrollo económico y social del estado. El ordenamiento ecológico debe ser observado y cumplido a lo señalado en el Decreto Gubernativo de fecha 17 de abril de 2009, publicado en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Querétaro para el otorgamiento de autorizaciones, permisos, licencias y concesiones, en los programas de desarrollo en el ámbito social, económico, demográfico, cultural, urbano y académico entre otros, así como en los proyectos, obras, servicios o actividades productivas y de aprovechamiento de los recursos naturales de carácter público, privado o social que se realicen o se pretendan realizar en el territorio estatal y acuerdo mediante el cual se expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 2022.



TOMO CLV Santiago de Querétaro, Qro., 5 de septiembre de 2022 No. 63

La Sombra de Arteaga

PERIODICO OFICIAL DEL GOBIERNO
DEL ESTADO DE QUERETARO

Responsable: Secretaría de Gobierno | Registrado como de Segunda Clase en la Administración de Correos de Querétaro, Qro., 10 de Septiembre de 1921. | Directora: Lic. Harlette Rodríguez Menández

(FUNDADO EN EL AÑO DE 1867. DECANO DEL PERIODISMO NACIONAL)

SUMARIO

PODER EJECUTIVO

Versión abreviada del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano "PEOTDU". 21660

Versión abreviada del Programa Estatal de Vivienda "PEV". 21679

Programa Estatal de Transporte 2021-2027. 21706

SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Acuerdo mediante el cual se expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ). 21750

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, (POEREQ). 21755

El programa de Ordenamiento Ecológico consta de lineamientos o metas ambientales a lograr para cada Unidad de Gestión Ambiental, las acciones que serán necesarias para lograrlo y los responsables de efectuar cada una. Se hacen además algunas especificaciones asociadas a las acciones, denominadas criterios de regulación ecológica. Éstos señalan la manera en cómo se deberán efectuar aquellas que requieran señalamiento más particulares.

Política Ambiental

Las políticas definidas para el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, se desprenden de la legislación ambiental aplicable en la materia, y su objetivo es mantener la estructura, función, conservación y el uso sustentable del territorio. Estas políticas son:

Protección (PP):

Para todas las Unidades cuyas condiciones ambientales sean relevantes para la preservación de especies de flora y fauna; ecosistemas riparios y acuáticos; elementos naturales que Intervienen en el ciclo hidrológico tales como el suelo y su cobertura; áreas forestales; zonas de valor paisajístico, histórico, arqueológico, paleontológico o científico, o cuando las Unidades

sean identificadas como zonas de riesgo o sujetas a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público.

Estas Unidades no son aptas para la urbanización y su principal propósito es asegurar el equilibrio ecológico del sistema, mantener *y* mejorar las condiciones y componentes que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas, los servicios ambientales que prestan, así como el abastecimiento de recursos importantes para la población y los asentamientos humanos.

Los polígonos de las áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales se categorizan con esta modalidad de política ambiental, sin perjuicio de la jurisdicción que les corresponda y su regulación y aprovechamiento estarán sujetas por su respectivo programa de manejo.

Conservación (PC):

Para todas las Unidades que poseen un equilibrio en sus ecosistemas y cuyos usos actuales no afectan o alteran su funcionamiento. Por sus características de estabilidad, podrían ser utilizadas para el aprovechamiento sustentable cuando se garantice la sostenibilidad de la flora y fauna, y no se afecte su equilibrio o disminuya su potencial, poniendo en riesgo su estabilidad. Incluye las áreas verdes naturales o inducidas por el hombre con el objeto de compensar los servicios ambientales al interior de las manchas urbanas o cerca de ellas, dándole conectividad a la movilidad y dispersión natural de la biodiversidad regional sirviendo como corredores ecológicos.

La permanencia y continuidad de estas Unidades bajo la política de conservación será prioritaria respecto del desarrollo de asentamientos humanos por su Importancia y función ecológica.

Restauración (PR):

Para todas las Unidades que presentan signos de degradación, daño o afectación como resultado directo o indirecto de eventos de carácter natural o antropogénico, a grado tal que el ecosistema no puede recuperar por sus propios medios la condición previa a su alteración. La restauración estará enfocada a iniciar o acelerar el proceso de recuperación del ecosistema con respecto a su integridad y sostenibilidad con el propósito de recuperar su estado óptimo, siempre utilizando las especies existentes en la región.

También se asignará a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o para el restablecimiento principalmente de las condiciones forestales, con la finalidad de que en el futuro puedan ser sujetas a la política de conservación, protección o aprovechamiento sustentable.

Aprovechamiento Sustentable (PAS):

Para todas las Unidades que por sus características físicas y biológicas son apropiadas para el aprovechamiento y manejo de sus recursos, preferentemente para la consolidación de las actividades primarias; ello. siempre que se considere la disponibilidad y resiliencia en el manejo de los recursos, así como el mantenimiento de su biodiversidad.

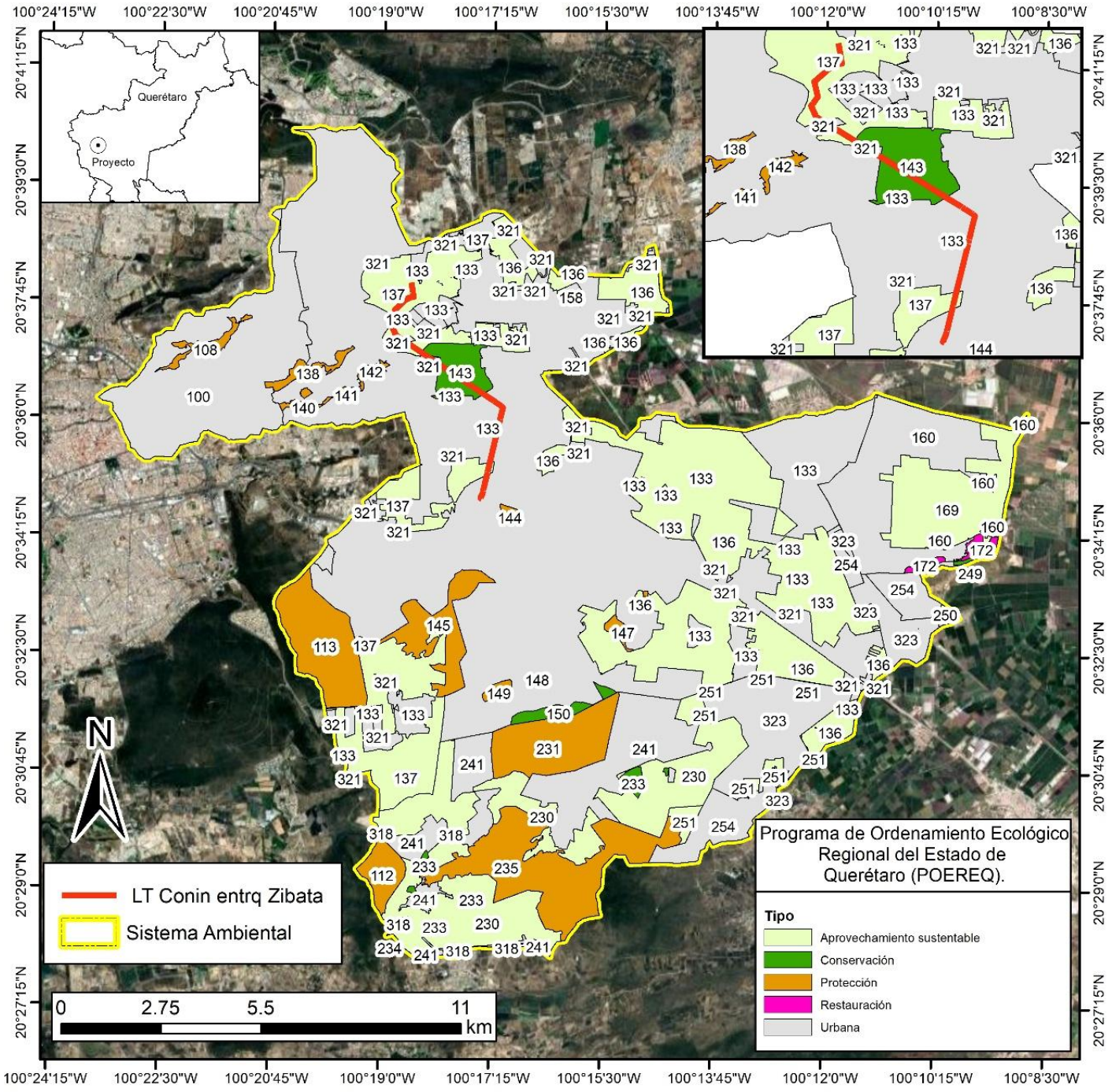
Desarrollo Urbano (PDU):

Para todas las Unidades ubicadas en los centros de población, con usos de suelo y destinos urbanos, y su correspondiente proyección de crecimiento y regulación establecidos en los instrumentos de planeación urbana vigentes.

Las unidades con política de Desarrollo Urbano, quedarán sujetas al cumplimiento de los criterios de regulación ambiental para los asentamientos humanos establecidos en la legislación ambiental vigente.

Es objetivo común para las autoridades y los particulares observar de manera obligatoria el presente Ordenamiento Ecológico Regional en cualquier aprovechamiento del territorio. En los casos que afecte la política o los lineamientos ambientales, atributos y zonificación de una o varias UGA del presente programa; deberá propiciarse la consolidación de las metas ambientales que permitan la consecución de la imagen objetivo del programa, promoviendo el desarrollo sustentable, mediante el análisis de factibilidad determinado en el dictamen ambiental, considerando la vocación y aptitud del territorio, así como, la inclusión de acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático, dirigidas a los procesos de descarbonización del desarrollo en el territorio.

De acuerdo a las políticas descritas. el Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, presenta la siguiente asignación por UGA:



Mapa III.3. Ugas del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro presentes dentro del sistema ambiental o área de estudio del proyecto.

Tabla III.4. Políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro y superficies presentes dentro del proyecto en análisis.

Valores a nivel sistema ambiental	Área (Km²)	%
Aprovechamiento sustentable	76.50	28.77
Conservación	3.33	1.25
Protección	26.57	9.99
Restauración	0.58	0.22
Urbana	158.91	59.76

Al igual que la construcción de la obra eléctrica en estudio, el proyecto es compatible con las políticas mencionadas, ya que la recalibración de infraestructura eléctrica no transgrede las políticas planteadas, más aún busca el aprovechamiento sustentable de los recursos y el bienestar económico, por medio del empleo a la sociedad. El proyecto no transgrede las políticas ambientales de preservación y restauración, ya que estos usos pueden coexistir con la línea de transmisión, debido a las medias de prevención, mitigación y corrección de impactos que se proponen con el proyecto, que tienen precisamente el objetivo de proteger el ambiente. Véase el figura anterior Unidades de Gestión Ambiental en el sitio del proyecto.

Tabla III.5. Unidad de gestión ambiental donde se ubica el proyecto a recalibrar en análisis.

No UGA	Nombre de la UGA	Política
133	Zona Urbana El Marqués	Urbana
137	Zona de aprovechamiento sustentable Suroeste de El Marqués	Urbana, Aprovechamiento sustentable y Conservación
143	Buenavistilla	Conservación

Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

Las unidades de gestión ambiental (UGA 's) evalúan la aptitud para el desarrollo de actividades humanas de cada una de las unidades definidas por sus características topográficas y tipo de cobertura en función de los recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes. La unidad de gestión ambiental es la unidad que constituye la base geográfica objetiva y discreta para establecer el uso del territorio.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) contenidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, pretenden proporcionar el ordenamiento de las actividades que se desarrollan en determinada zona dentro del Estado de Querétaro.

Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en estudio

De manera más específica, analizando a detalle la zonificación de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en que se encuentra dividido el territorio que cubre dicho Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, se señala que el derecho de vía de la Línea de Transmisión se encuentran ubicadas en las Unidades "**133, 137 y 143**", la cual cuentan con uso de suelo predominantemente de vegetación, tal como podrá ser observado en el mapa III.3.

Al igual que la construcción de las obras eléctricas en estudio, el proyecto es compatible con las políticas mencionadas, ya que la construcción de infraestructura eléctrica no transgrede las políticas planteadas, más aún busca el aprovechamiento sustentable de los recursos y el bienestar económico, por medio del empleo a la sociedad. El proyecto no transgrede las políticas ambientales de preservación y restauración, ya que estos usos pueden coexistir con la construcción de línea de transmisión, debido a las medias de prevención, mitigación y corrección de impactos que se proponen con el proyecto, que tienen precisamente el objetivo de proteger el ambiente. Véase el mapa III.3, Unidad de Gestión Ambiental en el sitio del proyecto.

Tabla III.6. Unidades de gestión ambiental en donde se ubica el proyecto en estudio**.**

UGA	**133**
Nombre	Zona Urbana El Marqués
Política	URBANA
Lineamiento	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05, LDU06
Estrategia	EG01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 - EPC04, 06, 07, 11, 12, 13, 14, 16, 17 - ER02 - EAS05, 07, 09, 10, 11, 12 - EDU01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08
Criterio	CG01-CG10, y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
Área	23008.0232
UGA	**137**
Nombre	Zona de aprovechamiento sustentable Suroeste de El Marqués
Política	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
Lineamiento	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LAS01, LAS02, LAS03, LAS04, LAS05

Estrategia	EG01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 - EPC04, 06, 07, 08, 09, 10, 12, 13, 16, 17, 18 - ER01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 - EAS01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 - EDU03, 05, 06,08
Criterios	CG01-CG10, y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
Área	1749.39721
UGA	**143**
Nombre	Buenavistilla
Política	CONSERVACIÓN
Lineamiento	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LC01 - LAS04, LAS05
Estrategia	EG01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 - EPC02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 - ER02, 03, 04, 045, 06, 07 - EAS03, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 13, 14 - EDU03, 08
Criterios	CG01-CG10, y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
Área	201.18923

En la tabla anterior se presenta las acciones que se aplican y asignadas a las UGA´s del sitio del proyecto. Posteriormente se presentan en la tabla siguiente la vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), con los lineamientos y las acciones aplicables a la UGA donde se ubicará el proyecto en estudio. El proyecto no se contrapone o presenta conflicto con alguno de los objetivos descritos para los lineamientos ecológicos que se deben tomar en cuenta en la UGA. En conclusión, podemos afirmar que la ejecución del Proyecto no presenta conflictos con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ).

Lineamientos

Los lineamientos en materia de Ordenamiento Ecológico, son considerados como las metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de una Unidad de Gestión Ambiental; en este sentido, a diferencia de las políticas ambientales, el lineamiento o meta ambiental, permite la identificación específica del objeto de la política, además de facilitar el establecimiento del mecanismo de seguimiento.

Los lineamientos que se formularon para este programa, se definieron en función de la política ambiental, agenda ambiental las vocaciones por el uso de suelo y las aptitudes sectoriales

para las Unidades de Gestión Ambiental, mismas que reflejan el estado deseable en el territorio y se instrumentan a través de las estrategias y criterios que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del estado de Querétaro.

Los lineamientos ecológicos que se deberán cumplir son los siguientes:

Tabla III.7. Lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro

Clave	Descripción	Vinculación
	Lineamientos Generales	
LG01	Garantizar en los ecosistemas la permanencia de: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y: e) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
LG02	Proteger, conservar y aprovechar la diversidad biológica, patrimonio natural, cultural histórico de forma responsable, mediante la aplicación de medidas y acciones que propicien la continuidad de los procesos y servicios ambientales.	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
LG03	Consolidar una conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio en la población, fomentando la educación ambiental a través de diferentes estrategias de comunicación.	*Se realizarán y ejecutarán pláticas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio*
LG04	Proteger los manantiales, cuerpos de agua, zonas de infiltración. escurrimientos y cauces en el territorio, mediante acciones para su conservación, restauración, mantenimiento y recuperación, para posibilitar el equilibrio hidrológico y disminuir el abatimiento de los acuíferos	*El proyecto no cruza o afectara cuerpos de agua permanentes, el proyecto se trata de transmisión de energía eléctrica de forma área por medio de estructuras de acero, sin embargo al realizar el cambio de uso de suelo (desmonte de reducirá la infiltración del agua de lluvias a los acuíferos y se incrementara la erosión, para lo cual se ejecutaran obras de conservación de suelos y agua, propuestas en un programa anexo a este estudio*
LG05	Regular, controlar y manejar el flujo y saneamiento de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado, para que no rebasen los limites permisibles de contaminantes.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
LG06	Apegar el tratamiento y disposición de residuos generados en el Estado, a lo establecido en las disposiciones legales vigentes correspondientes.	*Los residuos generados durante el proceso de construcción de la obra serán manejados y dispuestos donde la autoridad municipal local lo*

Clave	Descripción	Vinculación
		determine y se aplicara un programa de manejo de residuos anexo a este estudio
LG07	Mantenerla representatividad y conectividad de los ecosistemas naturales presentes en la UGA, así como fomentar el uso de especies nativas en forestaciones, reforestaciones y creación de áreas verdes.	*El proyecto se trata de una franja de seguridad denominada derecho de vía y tendrá 22 m de ancho lo que asegura que no abra afectación a la conectividad del ecosistema y se realizaran acciones de reforestación local con especies nativas*
LG08	Promover acciones para la retención y recuperación de los suelos en las zonas degradadas y las áreas más susceptibles a la erosión.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas*
LG09	Controlar y prevenir la contaminación de los recursos agua, suelo y atmosfera.	*Se realizará y ejecutará un programa de manejo integral de residuos anexo a este estudio garantizando el control y prevención de la contaminación de suelos, agua y atmosfera*
Lineamientos de protección		
LP01	Proteger y mantener la diversidad biológica, así como la cobertura vegetal de la UGA, propiciando la continuidad de las estructuras, la composición, los procesos, así como el mantenimiento de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas existentes	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
LP02	Consolidar la protección de la UGA mediante el decreto de Área Natural Protegida de carácter federal estatal o municipal y la elaboración y ejecución del correspondiente programa de manejo.	*Esta acción no aplica al proyecto*
LP03	Consolidar la protección del Área Natural Protegida (ANP), asegurando que su manejo y aprovechamiento se realicen bajo los términos que su programa de manejo establezca y en ausencia de éste, en apego a lo establecido en su decreto, sin perjuicio de la jurisdicción que le corresponda con el fin de mantener el equilibrio ecológico y la continuidad de los procesos ecológico-evolutivos que proveen de servicios ambientales a la región.	*Esta acción no aplica al proyecto*
Lineamientos de conservación		
LC01	Conservar los recursos naturales existentes y la diversidad biológica presentes en la UGA, manteniendo la integridad de las especies y salvaguardando la integridad de los ecosistemas, con un aprovechamiento de bajo impacto, con beneficios dirigidos a los habitantes locales	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
Lineamientos de restauración		
LR01	Restaurar el ecosistema mejorando la cobertura vegetal nativa de acuerdo con las características físico bióticas del área, para disminuir la erosión y favorecer los servicios ambientales que aporta la UGA	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación anexos a este estudio*

Clave	Descripción	Vinculación
	Lineamientos de Aprovechamiento Sustentable	
LAS01	Consolidar las actividades primarias del territorio, a partir de la incorporación de prácticas agroecológicas y agrosilvopastoriles, propiciando la continuidad de los procesos productivos mediante un uso eficiente de los recursos naturales que incremente la rentabilidad de dicha actividad. Fomentar la tecnificación que maximice el aprovechamiento de los recursos hídricos y de suelo en dichas actividades.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con actividades primarias del territorio, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LAS02	Aprovechar sustentablemente el territorio de acuerdo a la aptitud y vocación de la UGA, acompañado de acciones que mitiguen y compensen los impactos ambientales por el aprovechamiento las compensaciones derivadas de los impactos ambientales resultantes del desarrollo de actividades antrópicas deberán considerar los aspectos ambientales, culturales y sociales ligados al uso actual del territorio, mismos que se deberán ejecutar dentro de la zona afectada; de no ser posible, se deberán reasignar a la zona que la autoridad competente valide o determine.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación anexos a este estudio*
LAS03	Fomentar el aprovechamiento sustentable de las actividades extractivas acorde a la legislación vigente, de tal manera que los impactos sobre el paisaje y los ecosistemas sean mínimos, restaurando y rehabilitando las zonas afectadas al finalizar su operación.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación anexos a este estudio*
LAS04	Promover el crecimiento natural de la vivienda rural existente en la UGA, desalentando el desarrollo de nuevos centros de población, fomentando el uso de ecotecnias para reducir el impacto ambiental y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con vivienda rural, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LAS05	Mantenerla superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA, así como, controlar que en los aprovechamientos y usos del territorio no se permita la introducción de especies exóticas de flora y fauna.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
	Lineamientos de Desarrollo Urbano	
LDU01	Propiciar un desarrollo urbano sustentable, de acuerdo a la subzonificación y temporalidad de proyección de nacimiento de los instrumentos de planeación de desarrollo urbano vigentes. Así como disminuir los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas, teniendo en cuenta los aspectos ambientales, culturales y sociales, ligados al uso actual del suelo, a través de la aplicación de los criterios de regulación ecológica.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con desarrollo urbano , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*

Clave	Descripción	Vinculación
	Por lo que en las áreas de protección ambiental deberán mantenerse, de conformidad con lo previsto en la legislación ambiental aplicable y el programa de ordenamiento ecológico correspondiente. En las zonas declaradas como áreas naturales protegidas, se estará a lo que establezca su decreto y programa de manejo correspondiente, así como a la respectiva opinión técnica de la autoridad competente j)ara su administración.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
IDU02	Promover el adecuado desarrollo de los usos compatibles minimizando los conflictos ambientales mediante una adecuada distribución de la infraestructura, equipamiento y servicios, reduciendo tos Impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	*Derivado del análisis de paisaje realizado en este estudio se concluye que la calidad paisajística no será afectada de gran magnitud y escala ya que son poco visibles a la distancia*
IDU03	Promover el uso eficiente del agua potable en la UGA urbana y fortalecer la capacidad de tratamientos de agua residuales para su reusó.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
LDU04	Proteger, conservar y reforestar las zonas verdes urbanas, que permitan fortalecer los servicios ambientales de la UGA.	*No afectara el proyecto zonas verdes urbanas, sin embargo, con las actividades de reforestación programadas se fortalecerá los servicios ambientales*
IDU05	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro ven las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	*Se realizará y ejecutará un programa de manejo integral de residuos anexo a este estudio garantizando el control y prevención de la contaminación de suelos, agua y atmosfera*
IDU06	Mantenerla calidad del aire por debajo de los limites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes.	*Los vehículos y maquinaria a utilizar durante el proceso de construcción se vigilara que cuenten con un programa de mantenimiento vehicular y para mantener la calidad del aire por debajo de los limites permisibles de automotores*

Estrategias Ambientales

Las estrategias consisten en un conjunto de acciones, que buscan promover la integración de los objetivos específicos, proyectos, programas y responsables de su ejecución, con el objeto de lograr el cumplimiento de los lineamientos. Su diseño tomó como base los lineamientos y los conflictos ambientales identificados, así como la integración de acciones y proyectos aplicables a las mismas.

Las estrategias han sido asignadas por la UGA de acuerdo a las políticas y problemáticas presentes en el territorio. Sin embargo, como parte de la política ambiental las autoridades podrán generar otras estrategias para contribuir a la solución de la problemática ambiental. Las estrategias generales aplican en todo el territorio, toda vez que su ejecución resuelve y mitiga los principales problemas identificados en la agenda ambiental.

Tabla III.8. Estrategias ambientales

Clave	Descripción	Vinculación
	Estrategias Generales	
EG01	Actualizar la normatividad aplicable en materia ambiental y urbana para dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo de acuerdo a las políticas ambientales aptitudes y vocaciones del suelo, establecido en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	*Nos damos por enterado y se verificaran mes por mes los cambios de las leyes, normas y reglamentos en materia ambiental para su pronta aplicación*
EG02	Generar y operar el programa estatal y los programas municipales para la prevención, gestión integral y que incorporen tos principios de la economía circular de los residuos en el estado de Querétaro de acuerdo a la legislación aplicable.	*Se realizara y ejecutara un programa de manejo integral de residuos anexo a este estudio garantizando el control y prevención de la contaminación de suelos, agua y atmosfera*
EG03	Implementar programas para la captación, almacenamiento, y aprovechamiento de agua de lluvia, así como de tratamiento y reutilización de aguas residuales.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EG04	Restringir la disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en sistemas ríos y cuerpos de agua.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EGOS	Regular y actualizar el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos o, en su defecto, un sitio de transferencia de residuos.	*Los residuos generados durante el proceso de construcción de la obra serán manejados y dispuestos donde la autoridad municipal local lo determine y se aplicara un programa de manejo de residuos anexo a este estudio*
EG06	Diseñar aplicar Programas de Educación Ambiental Estatal y Municipal, enfocados a la problemática ambiental identificada en la Agenda Ambiental del ordenamiento ecológico que corresponda.	*Se realizarán y ejecutarán platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio*

Clave	Descripción	Vinculación
EG07	Promover una cultura de denuncia de los delitos ambientales ante las autoridades competentes; así como promover un Programa de Vigilancia Comunitaria que permita la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales; la tala clandestina la caza furtiva la extracción ilegal de vida silvestre y materiales Pétreos.	*Se realizarán y ejecutarán platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio, así mismo se establecerá un reglamento y sanciones ambientales*
EG08	Promover la creación y aplicación de un Programa Estatal de Prevención y Combate de incendios Forestales con ayuda de los municipios y la federación.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el combate de incendios forestales a través de la CONAFOR*
EG09	Promover la expansión de cobertura vegetal en !as áreas urbanas y periurbanas, el pago por servicios ambientales. forestaciones y reforestaciones come acciones de descarbonización del Estado de Querétaro.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el de servicios ambientales a través de la CONAFOR y se ejecutara un programa de rescate de flora y reforestación con especies nativas*
EG10	Promover la creación y aplicación de programas para mantener y mejorar los procesos de conservación y aprovechamiento de recursos naturales en territorios indígenas respetando usos y costumbres.	*No se afectarán territorios indígenas en el trazo de la obra en estudio*
EG11	Promover y apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de la contaminación.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
EG12	Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
EG13	Regular y desincentivar la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como en zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, zonas arqueológicas e históricas, áreas naturales protegidas, zonas de conservación, restauración y de riesgo.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG14	Implementar un programa permanente de difusión y sociabilización del POEREO, dirigido a la sociedad y los diferentes sectores e instancias gubernamentales.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG15	Promover la creación o actualización de los Atlas de Riesgo municipales.	*Esta acción no aplica al proyecto*

Clave	Descripción	Vinculación
EG16	Promover el fortalecimiento de los recursos humanos, técnicos, tecnológicos y de infraestructura de los municipios y las dependencias encargadas del cumplimiento de los objetivos relacionados con el medio ambiente y el logro de las metas establecidas en el programa.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG17	Crear un fondo o fideicomiso ambiental que permita captaros pagos económicos derivados de las obras y acciones que impactan al medio ambiente para destinarlos a programas, proyectos y estudios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales,	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG18	Promover convenios y acuerdos con universidades y centros de investigación para generar estudios o proyectos de investigación, difusión y divulgación que contribuyan a la generación de instrumentos de política ambiental o al conocimiento general del acervo natural del estado para la toma de decisiones enfocadas a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos del territorio.	*Esta acción no aplica al proyecto*
Estrategias de Protección y Conservación		
EPC01	Promover la declaratoria de las UGA de protección como áreas Naturales Protegidas de carácter federal estatal municipal bajo los supuestos del Código Ambiental del Estado de Querétaro.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC02	Incentivar que el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de los recursos naturales de la UGA, sea a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o cualquier otro instrumento formal de conservación. Estos pueden ser: los Programas de Manejo de áreas Naturales Protegidas, los Programas de Manejo Forestal, los Programas Rectores de Microcuencas o los Programas de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos y reglas de operación que tienen estos instrumentos.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC03	Establecer un programa de monitoreo de la biodiversidad y de los ecosistemas que sirva de base para contar con información suficiente para la implementación de proyectos y acciones específicas de protección conservación restauración o aprovechamiento de los recursos naturales.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo se dará seguimiento y monitoreo a los diferentes programa a ejecutar derivados del proyecto en estudio por el tiempo que la autoridad ambiental determine*
EPC04	Implementar programas o proyectos que aseguren la conservación de la vegetación nativa y el funcionamiento de los procesos ecológicos de los ecosistemas.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
EPC05	Implementar programas que promuevan el turismo alternativo de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-culturales de la zona, vinculando a la población con el cuidado, manejo y prestación de servicios turísticos de bajo impacto en el territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Clave	Descripción	Vinculación
EPC06	Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas, provenientes de actividades humanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EPC07	Implementar programas o proyectos enfocados en la conservación y la restauración del suelo.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
EPC08	Implementar programas o proyectos para el manejo y control del pastoreo extensivo, con especial atención en áreas erosionadas y ecosistemas frágiles.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo y control del pastoreo extensivo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EPC09	Crear un programa o proyectos para colocar señalética en las áreas de protección, conservación y restauración sobre temas de la historia, conservación, aspectos bióticos, información restrictiva y servicios ambientales de éstas áreas.	*En todas las zonas donde se ejecuten los diferentes programas de compensación y de mitigación se dispondrá de letreros y carteles alusivos a la protección y conservación de la biodiversidad y del medio ambiente*
EPC10	Promover la conformación de un fondo o fideicomiso ambiental que permita la implementación de acciones y proyectos orientados a las UGA con actividades de conservación, protección y restauración.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC11	Fomentar el establecimiento de viveros regionales de especies nativas.	*Esta acción no aplica al proyecto, las plantas a utilizare en la reforestación serán adquiridas de viveros locales por que a través de ellos se motivara esta actividad*
EPC12	Promover la protección y conservación a través de la elaboración de un programa para el pago por servicios ambientales a los propietarios y/o poseedores de predios con vegetación forestal, que proporcionen servicios ambientales.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el de servicios ambientales a través de la CONAFOR y se ejecutara un programa de rescate de flora y reforestación con especies nativas*
EPC13	Implementar un programa que evite la introducción o liberación de especies exóticas en el estado con especial atención a los hábitats y ecosistemas acuáticos.	*Se tiene prohibido la captura, liberación e introducción de especies en los hábitat naturales, los cuales serán regulados por un reglamento interno donde se sancionara a quien lo realice en su caso*
EPC14	Promover un programa para identificar y proteger la integridad biótica y calidad de agua de los manantiales.	*El proyecto no cruza o afectara cuerpos de agua permanentes, el proyecto se trata de transmisión de energía eléctrica de forma área por medio de estructuras de acero, sin embargo al realizar el cambio de uso de suelo (desmonte de reducirá la infiltración del agua de lluvias a los acuíferos y se incrementara la erosión, para lo cual se*

Clave	Descripción	Vinculación
		ejecutaran obras de conservación de suelos y agua, propuestas en un programa anexo a este estudio
EPC S	Implementar un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades ecoturísticas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EPC16	Promover a través de los municipios, la creación de un programa de manejo de fauna feral y un sistema de registros de mascotas consideradas como 'especies exóticas'.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo de fauna feral y un sistema de registros de mascotas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Estrategias de Restauración		
ER01	Promover la recuperación y restauración de los sitios de minería metálica y no metálica que ya cumplieron con sus metas de aprovechamiento.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de sitios de minería metálica y no metálica, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER02	Crear programas o proyectos de reforestación con especies nativas dela región, con especial atención a UGA de restauración zonas perturbadas, erosionadas, barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presentan pendientes mayores al 15%.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
ER03	Promover la implementación de estudios técnicos que establezcan el estado de degradación del medio ambiente, alternativas para la restauración e indicadores que permitan monitorear el desarrollo delas acciones implementadas para la restauración ambiental.	*Se realizará para este proyecto un estudio técnico justificativo para cambio de uso de suelo en terreno forestal, el cual será evaluado y autorizado por la SEMARNAT, donde se integran datos de indicadores y monitoreo de actividades de restauración*
ER04	Ejecutar programas para el establecimiento de prácticas bioingenieriles de manejo de agua y preservación de suelo, para el control de la erosión hídrica y evitar el avance de la desertificación.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
ER05	Fomentar el aprovechamiento sustentable con un uso eficiente de los recursos naturales e identificar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales, que permitan frenar el deterioro ambiental congruentes con la vocación del sitio y la disponibilidad de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento sustentable, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER06	Promover la exclusión de ganado en las zonas de restauración de áreas erosionadas y de zonas que hayan sido recién reforestadas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de exclusión de ganado, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER07	Controlar y vigilar la extracción de recursos naturales y las acciones de mitigación de impacto ambiental de acuerdo a las autorizaciones legales vigentes.	*Derivado de los resultados del DTU de este proyecto se establecerán las bases para llevar un control y vigilar a través de un supervisor de la obra el derribo, y extracción*

Clave	Descripción	Vinculación
		del rescate de flora y fauna silvestre durante el proceso de construcción de la obra
Estrategias de Aprovechamiento Sustentable		
EAS01	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir los procesos de resiliencia del agrosistema.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de estudios técnicos agroecológicos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS02	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS03	Promover la reconversión productiva de las prácticas agropecuarias en terrenos de vocación forestal, a sistemas de agroforestería, agrosilvopastoriles o forestales, que reduzcan el impacto sobre los recursos v promuevan actividades con mayor valor productivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS04	Estimularla producción agrícola rotativa en parceladas abandonadas y recuperar su productividad con especies variadas tradicionales y regionales evitando los monocultivos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS05	Implementar programas de prevención y control de plagas y patógenos con acciones fitosanitarias y biológicas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades* de prevención y control de plagas y patógenos*, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS06	Impulsar y fomentar y articular acciones que incentiven el consumo de productos agrícolas y pecuarios de pequeños, medianos y grandes productores locales, mediante la conformación de cooperativas, cadenas productivas o esquemas económicos alternativos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS07	Identificar y fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales y congruentes con la vocación social económica y natural del sitio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS08	Promover la recuperación de la producción agrícola de superficies parceladas en abandono.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS09	Promover acciones que permitan optimizar el uso del agua para actividades productivas industriales y domésticas, de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga,	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EAS10	Promover la regularización de la actividad minera por tipo de aprovechamiento, así como fomentar la compensación v restauración ambiental.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades mineras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Clave	Descripción	Vinculación
EAS11	Regular que todos los bancos de extracción de materiales, una vez que se termine su explotación, cuenten con licencia de banco de tiro y aseguren su restauración.	*El proyecto en estudio se trata de obras eléctricas, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
EAS12	Vigilar que los talleres artesanales y empresas tabiqueras cumplan con medidas de prevención y disminución de emisión de partículas de polvo, humo, ruido, vibraciones y demás impactos potenciales que puedan generar problemas que afecten al ambiente a la salud de los trabajadores y/o cause molestias a la población	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de talleres artesanales y empresas tabiqueras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS13	Impulsar el manejo y aprovechamiento del estiércol y otros residuos orgánicos, derivado de las actividades pecuarias para la generación de bioenergía y fertilizantes.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS14	Promover programas para el aprovechamiento piscícola comercial recreativo y deportivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento piscícola comercial, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS15	Fomentar programas de apoyo que promuevan la apicultura sustentable del territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de la apicultura, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS16	Apoyar obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para cultivos, mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, con un enfoque integral y preventivo o aquellas, que permitan a los productores rurales desarrollar sus actividades con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Estrategias de Desarrollo Urbano		
EDU01	Promover que los criterios de regulación ecológica del ordenamiento ecológico, se incorporen al desarrollo de las actividades urbanas, para garantizar la sustentabilidad en los centros de población definidos en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes en el territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas urbanas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU02	Promover estudios y proyectos de investigación en los centros de población para valorizar los elementos naturales y los servicios ambientales que proporcionan; para la generación de acciones particulares para su protección, conservación, restauración y aprovechamiento	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de investigación en los centros de población, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU03	Desincentivar los asentamientos irregulares y su establecimiento en zonas de riesgo, así como en zonas que no tengan bases técnicas y jurídicas para justificar ambiental y socioculturalmente su ubicación	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de asentamientos irregulares, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU04	Consolidar los objetivos de los programas de desarrollo urbano, incentivando la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de desarrollo urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Clave	Descripción	Vinculación
EDU05	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se cuente con sistemas que garanticen la eficiencia del aprovechamiento del agua y con sistemas de drenaje independientes para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras para su reutilización.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU06	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se utilicen especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, y la creación de parques y jardines.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU07	Sociabilizar los instrumentos de desarrollo urbano, para que la población tenga pleno conocimiento de los límites permitidos para el desarrollo de proyectos urbanos y promover su observancia y cumplimiento.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU08	Promover programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de mejoramiento de vivienda rural, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Criterios Ambientales

Los criterios de regulación ambiental consisten en enunciados generales o específicos que inducen los diversos usos del suelo y regulan las actividades productivas en el área de ordenamiento dirigidos a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que se localicen en la región de que se trate, así como para la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos. Contribuyen al cumplimiento de las políticas ambientales y establecen las condiciones que deberán ser observadas en todo proyecto o actividad que se desarrolle en el territorio.

Los criterios generales aplican en todo el territorio, toda vez que su ejecución resuelve y mitiga los principales problemas identificados en la agenda ambiental. La autoridad en el ámbito de sus competencias podrá asignar criterios adicionales a los establecidos en este Programa, cuando las actividades pretendidas a desarrollar en el territorio (proyecto, obra o acción), no se encuentren contempladas en el objeto de la política ambiental asignada a la UGA al momento de la formulación del presente Programa. Los criterios ambientales adicionales, tendrán un fundamento legal y/o técnico y se asignarán a través del dictamen u opinión ambiental al momento de expedir, suspender, negar, condicionar o revocar las licencias, permisos y autorizaciones de uso de suelo y las licencias de construcción, operación o funcionamiento, según corresponda por parte de la autoridad competente. Lo anterior, siempre y cuando estos criterios permitan mitigar y compensar los impactos ambientales generados por el uso del territorio sin menoscabo de la regulación y normatividad específica para cada una de las actividades que se pretendan realizar.
Para el mejor manejo de los criterios, éstos se agruparon en:

1. Criterios "Generales" (CG)
2. Criterios para las actividades "Agropecuarias" (CAG)

3. Criterios para los "Asentamientos humanos y actividades urbanas" (CAH)
4. Criterios para las actividades de "Extracción de materiales" (CE)
5. Criterios para las actividades "Forestales" (CF)
6. Criterios para el "Manejo de residuos" (CMR)
7. Criterios para el "Manejo sustentable del agua" (CMA)
8. Criterios para la actividad de "Pesca" (CP)
9. Criterios para la "Protección de la biodiversidad (flora , fauna y ANP)" (CB)
1O. Criterios para las acciones de "Regeneración, recuperación y rehabilitación del suelo" (CS)
11.Criterios para las actividades de "Turismo alternativo" (CT)

La factibilidad de la ocupación y aprovechamiento del territorio, es el resultado del análisis de la disponibilidad de los atributos ambientales presentes, las tendencias de su deterioro, su posible recuperación y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Es imperativo que quienes realicen obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, sean los obligados a prevenir, disminuir o reparar los daños que causen, así como a asumir los costos ambientales que dicha afectación implique.

En ese sentido, los criterios ambientales deberán ser considerados e integrados como condicionantes del desarrollo al momento de ejecutar el proyecto, su cumplimiento es responsabilidad de los promoventes, quienes serán los responsables de incorporar los mecanismos necesarios para su observancia. En consecuencia, el promovente deberá comprobar mediante obras, acciones, programas, acuerdos o convenios el cumplimiento de dichos criterios ambientales, donde se señalen objetivos, tiempos, superficies, localización, y en su caso los compromisos de los actores involucrados para su consecución.

Vinculación de los criterios ambientales con el proyecto

En la siguiente tabla se muestra las acciones ambientales de la UGA del área donde se pretende realizar el proyecto. Las acciones expuestas son aquellos que tienen vinculación directa con el proyecto. Se incluyen las estrategias de cumplimiento a los criterios.

Tabla III.9. Vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), con los lineamientos y las acciones aplicables a la UGA donde se ubicará el proyecto en estudio y su estrategia de cumplimiento.

Clave	Descripción	Vinculación
	Criterios "Generales"(CG).	
CG01	El aprovechamiento de flora y fauna silvestre deberé de realizarse en Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentables y en los términos de los programas de manejo que para tal efecto haya autorizado la SEMARNAT o la autoridad competente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentables, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.* *Derivado de los resultados del DTU de este proyecto se establecerán las bases para llevar un control y vigilar a través de un supervisor de la obra el derribo, y extracción del rescate de flora y fauna silvestre durante el proceso de construcción de la obra*
CG02	la extracción, remoción, transporte o utilización de especies de flora y fauna silvestre por el aprovechamiento del territorio de cualquier actividad, deberán estar previamente autorizadas por la SEMARNAT o la autoridad competente. con especial atención a las endémicas y a las especies NOM.	*Derivado de los resultados del DTU de este proyecto y de las autorizaciones correspondientes, se establecerán las bases para llevar un control y vigilar a través de un supervisor de la obra el derribo, y extracción del rescate de flora y fauna silvestre durante el proceso de construcción de la obra*
CG03	Los proyectos que requieran la instalación de cercas, caminos, carreteras, deberán garantizar que estas permitan el libre paso y la dispersión natural de la vida silvestre	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de instalación de cercas, caminos, carreteras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
CG04	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deberán Incluir acciones equivalentes regeneración, recuperación y restablecimiento de la vocación natural.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
CG05	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica o compensación ambiental, se deberán integrar en las actividades a propietarios poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
CG06	Para la restauración de áreas forestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación, de modo que favorezca el desarrollo dela estructura del ecosistema original.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CG07	Los usos y destinos de suelo otorgados o reconocidos por los instrumentos urbanos no considerados en el presente ordenamiento, deberán dar cumplimiento a los criterios ambientales correspondiente a la regulación ambiental de los asentamientos humanos establecidos en la legislación	*La ejecución del proyecto no promueve instrumentos urbanos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Descripción	Vinculación
	ambiental, las disposiciones ambientales consideradas en los propios programas urbanos o en su caso aquellos señalados en el dictamen ambiental.	
CG08	Reducir al máximo los impactos, daños y desequilibrios que ocasionen los asentamientos humanos al medio ambiente, a través integrar medidas de mitigación y compensación orientadas a mantener un desarrollo sustentable del territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de impactos, daños y desequilibrios que ocasionen los asentamientos humanos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CG09	Las actividades productivas que generen aguas residuales en sus procesos deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales v un plan de reúso de las aguas tratadas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades productivas que generen aguas residuales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CG10	El aprovechamiento del territorio en zonas que contengan monumentos arqueológicos, artísticos, históricos y zonas de monumentos y todos aquellos que determine la ley en la materia, deberá cumplir con lo señalado por el instituto Nacional de Antropología e Historia en materia de monumentos, zonas arqueológicas, artísticos e históricos, además de cumplir con los requerimientos o autorizaciones emitidas por el INAH y el Instituto Nacional de Bellas artes y literatura.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento del territorio en zonas que contengan monumentos arqueológicos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios paralas actividades "Agropecuarias" (AG)		
CAG01	Todos los canales de riego o drenes que descarguen en cuerpos de agua deberán contar con trampas para sedimentos y desarenadores, para prevenir su azolvamiento	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de canales de riego o drenes, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG02	las actividades de aprovechamiento agrícola en terrenos con pendientes mayares al 5% deberán establecer técnicas de cultivo que favorezcan la recuperación de suelo y eviten tos procesos erosivos del terreno, como cultivos en terrazas o siguiendo las curvas a nivel para evitar procesos erosivos, entre otros.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG03	Para el manejo agrícola, bajo esquemas de producción extensiva, se deberán emplear únicamente terrenos con perturbación histórica presente y con una pendiente menor al8%.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo agrícola, bajo esquemas de producción extensiva, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG04	Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo no deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de prácticas agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG05	El uso del fuego con fines agrícolas, se desarrollará conforme a una planeación en concurrencia de fa autoridad municipal y las autoridades federales (SEMARNAT y SAGARPA), con representantes de los pequeños propietarios rurales. Se observará de forma obligatoria la NOM-015-SEMARNAT / SAGARPA-2007, en tanto se abandona esta práctica.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de uso del fuego con fines agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG06	Se deben evitar el uso de aguas residuales urbanas para riego agrícola y favorecer su utilización para el riego de áreas verdes urbanas (parques, jardines, etc.) , siempre y	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aguas residuales urbanas para riego agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Descripción	Vinculación
	cuando sean tratadas y cumplan con parámetros establecidos en la legislación aplicable.	
CAG07	Las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento (estabuladas), deberán llevar a cabo un manejo ambientalmente adecuado de residuos generados aprobado por las autoridades competentes y prever un sistema para el tratamiento, reutilización o disposición final de las aguas residuales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG08	Las actividades pecuarias que se quieran establecer en el territorio deberán considerar una franja de amortiguamiento de 50 metros a partir de la zona rededor a ambos lados de cauces de ríos, arroyos y escorrentías. Exceptuando la actividad apícola.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG09	Vigilar la expansión de la frontera agrícola y fomentar la agricultura de bajo impacto en las zonas de agricultura de temporal existentes	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para los "'Asentamientos humanos y actividades urbanas" (CAH)		
CAH01	Se prohíbe el establecimiento de asentamientos humanos en áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal, en las Unidades de Gestión Ambiental con política de Protección de acuerdo al modelo de ordenamiento ecológico, y en suelos con alta fertilidad agrícola	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de establecimiento de asentamientos humanos en áreas Naturales Protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH02	No permite la construcción de vivienda y espacios públicos en zonas de influencia de instalaciones que puedan representar una amenaza por tratarse de actividades riesgosas o altamente riesgosas, en términos de la legislación federal o local aplicable. Se dispondrá la inserción de zonas intermedias de salvaguarda de cuando menos 500 metros, y en los casos de sustancias inflamables o explosivas se estará a lo establecido en el Estudio de Riesgo	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda y espacios públicos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH03	Para delimitar, ampliar y construir a zona de urbanización ejidal y su reserva de crecimiento, así como para regularizar la tenencia de predios ubicados en suelo ejidal, en los que se hayan constituido asentamientos humanos irregulares, la asamblea ejidal o de comuneros respectiva deberá ajustarse a las disposiciones jurídicas locales de desarrollo urbano y ecológico y en la zonificación contenida en los planes o programas aplicables en la materia.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de ampliar y construir a zona de urbanización ejidal, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH04	Se deberán respetar las condicionantes establecidas en los estudios y programas para zonas de riesgo y vulnerabilidad, cuando se pretendan llevar a cabo edificaciones en dichas zonas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de zonas de riesgo y vulnerabilidad, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH05	Se deberá evitar el establecimiento de asentamientos humanos Irregulares.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de establecimiento de asentamientos humanos Irregulares, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH06	Restringir el crecimiento urbano en un radio de 500 metros a partir del perímetro do amortiguamiento de los rellenos sanitarios.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de crecimiento urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Descripción	Vinculación
CAH07	En la determinación de áreas para el desarrollo de actividades altamente riesgosas, se dispondrá la inserción de zonas Intermedias de salvaguarda de cuando menos 500 metros en las cuales se prohíba el uso habitacional, comercial u otro que ponga en riesgo a la población. Ello de conformidad con los programas de desarrollo urbano o ecológico presentes en el territorio y la legislación aplicable.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades desarrollo de actividades altamente riesgosas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH08	Restringir el crecimiento urbano en un radio de un kilómetro a partir del perímetro de bancos de material.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de crecimiento urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH09	En terreno donde se presente vegetación forestal y hayan sido incendiados o desmontados antes de las autorizaciones correspondientes, no se permitirá el desarrollo de ninguna actividad hasta que pasen 20 años y que se acredite que la vegetación forestal afectada se ha regenerado.	*En toda la trayectoria y área del proyecto y que sustenta o presenta vegetación forestal no se observó ningún vestigio de que haya o exista una zona que fuese incendiada recientemente o en años pasados por lo que se cumple con dicho criterio*
CAH10	Los proyectos, obras y actividades que requieran remoción, poda, trasplante, limpieza de terrenos y desmonte de la vegetación presente en el territorio por aprovechar, deberá cumplir con la legislación y normatividad federal, estatal y municipal aplicable.	*El proyecto presenta zonas de vegetación forestal las cuales serán derribadas o desmontadas derivado de las actividades propias del proyecto, para lo cual se elaborará un DTU la cual será tramitada ante la SEMARNAT para su evaluación y autorización previo a cualquier inicio de obra.*
CAH11	Deberá atender las indicaciones señaladas por la CONAGUA en cuanto a la conducción y regulación de escurrimientos pluviales en todo el predio del proyecto, observando la necesidad de construir las obras de regulación con una base de diseño que regule el incremento del volumen para el periodo de retorno de 50 años.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de conducción y regulación de escurrimientos pluviales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH12	Las construcciones deberán deberá priorizar el aprovechamiento óptimo de la energía renovable, tanto para la iluminación como para la climatización. por lo que se privilegiará la iluminación natural en todos los edificios. zonas comerciales, hoteles y complejos habitacionales. Además. los sistemas de iluminación deberán ser ahorradores de energía, favoreciendo las lámparas de led y las lámparas fluorescentes, y las zonas comerciales y hoteles deberán contar con dispositivos automáticos de ahorro de energía, con sensores de presencia.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH13	Queda estrictamente prohibida la construcción de edificaciones provisionales o permanentes bajo la zona de alta tensión en el predio.	*El trazo del proyecto no afectara o no quedara arriba de alguna casa o edificación que pudiera tener este riesgo, en su caso esta será pagado y derribado por fines de seguridad*
CAH14	Respecto a los gasoductos que atraviesen el predio, deberá dejar una zona de amortiguamiento de mínimo 10 metros a cada lado de conformidad con el oficio emitido por la empresa de gas, asimismo, no se autorizará construcción de edificación alguna en esta superficie.	*El trazo del proyecto no afectara y no cruzará por ningún gasoducto*
CAH15	En un plazo no mayor a un año contado, los fraccionamientos deberán contar con áreas verdes que representen por lo menos un 10% del total de la superficie del desarrollo que deberán contener como mínimo el equivalente a cinco arboles por cada	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Descripción	Vinculación
	200 m² de superficie de vivienda, asimismo deberán contar con aljibes o cisternas que cubran la capacidad de almacenaje para sustentar el área. Así como un sistema de riego (por aspersión, válvulas de acoplamiento rápido por goteo).	
CAH16	Los estacionamientos descubiertos deberán contar cuando menos con un árbol por cada 3 cajones de automóviles; preferentemente con especies de la región.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH17	Se deberá construir o instalar estructuras para la captación de aguas pluviales con una capacidad mínima de al menos el 1% del promedio histórico de precipitación en el área, para que sea usada en los servicios internos como el lavado de patios y banquetas, el riego de jardines, el lavado de vehículos Automotores. Dicho volumen podrá ser contenido dentro de las estructuras de regulación pluvial que señale la autoridad competente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH18	Para la reposición de masa vegetal, se deberá atender lo que le señalado por la autoridad competente de conformidad con lo establecido en la legislación aplicable.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CAH19	La reforestación de los predios urbanos deberán hacerse con especies nativas de la región o en su defecto especies frutales, esta condicionante deberá cubrir al menes el 70 % de la superficie destinada como áreas verdes; el 30% restante podrá ser con especies comerciales, la reforestación deberá cumplir con la normatividad aplicable,	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CAH20	En terrenos con cambio de uso de suelo forestal, se construirá una obra de regulación hidráulica de tal forma que no solo se mitigue el impacto generado por el cambio de uso de suelo forestal, sino el impacto total del proyecto en la subcuenca.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
CAH21	En tos nuevos desarrollos urbanos y habitacionales se Instalarán dispositivos ahorradores de agua en sanitarios, regaderas, lavabos y cocinas, debiendo considerar para este caso lo señalado en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-005-CNA-1998, así como la NOM-009-CNA-2001.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de vivienda, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH22	En zonas que colindan con áreas naturales protegidas o UGA de protección, deberán de dejar una zona de amortiguamiento del 20% de su superficie adyacente a la periferia del área.	*El trazo del proyecto no afectara y no cruzará ni esta cercas de ninguna ANP*
CAH23	En predios que presenten vegetación forestal, se deberá conservar al menos el 30% del área que ocupa dicha vegetación dentro del predio; a estas áreas seles considerara como zona de reserva ecológica del mismo y de preferencia	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación*

Clave	Descripción	Vinculación
	será utilizada para reubicar tos ejemplares de obra que la autoridad correspondiente señalo.	*no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libre para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas*
CAH24	Sin menoscabo de lo establecido en le Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable - Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos la dotación de servicios, equipamiento e infraestructura en la UGA estará siempre a cargo del empresario, constructor o promotor del desarrollo de una instalación o establecimiento industrial y deberá contar con sistemas de drenaje independientes para aguas p1uviafes. aguas grises y aguas negras. Los servicios referidos son los siguientes: Agua potable. Con factibilidad del servicio emitido por la Comisión Estatal del Agua de Querétaro y del Organismo Intermunicipal de Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento, en el ámbito de sus competencias para todo el desarrollo y por conducto de la toma domiciliaria y con garantía de cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Limites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para potabilización y la NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público, Aguas residuales y drenaje, a través de conexión al albañal (descarga domiciliaria) y con garantía de cumplimiento de la NOM-002-Semarnat-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de Alcantarillado urbano o municipal o en su caso, fosa séptica si la Comisión Estatal del Agua de Querétaro y del Organismo Intermunicipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, en el ámbito de sus competencias, lo autorizan por escrito y en cumplimiento de la NOM-001-Semamat-1996 y la NOM-006-Conagua-1997 fosas sépticas - especificaciones y métodos de Prueba Aguas pluviales. Que cuente con drenes marginales para la eliminación de las aguas pluvia es excedentes con áreas disponibles para la disposición de Plantas de Tratamiento de Aguas Res duales de conformidad con lo establecido por la Comisión Estatal del Agua de Querétaro. Infraestructura. En todos los desarrollos inmobiliarios, el desarrollador estaré obligado a Instalar todos los tipos de infraestructura, servicios y equipamientos necesarios para el desarrollo del mismo. Atributos ambientales, demostrar la factibilidad de la disponibilidad de tos recursos naturales necesarios, los mecanismos de mitigación de los impactos ambientales generados y tos mecanismos de compensación. que permitan mantener el objeto de la política asociada a la UGA con la realización del proyecto.	*Las aguas residuales generadas durante las labores de preparación del sitio y construcción se controlarán a través de la instalación temporal de sanitarios portátiles que serán establecidas para uso del personal contratado, serán colectadas para su posterior disposición cumpliendo los lineamientos que especifica la normatividad aplicable, por lo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.* *Así mismo, se aclara que no se afectara cuerpos de agua cercanos al proyecto*
CAH25	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de campamentos o infraestructura temporal,	*Los almacenes y campamento a utilizarse durante la construcción de la obra serán rentados en las localidades cercanas al*

Clave	Descripción	Vinculación
	deberán aprovechar preferentemente las áreas abiertas, libres de vegetación y ubicarse en zonas al menos a una distancia de cauces y cuerpos de agua,	*proyecto y se atenderán los lineamientos establecidos en este apartado*
CAH26	Se deberá restringir el tránsito de todo tipo de vehículos fuera de los caminos ya existentes durante la realización de los proyectos y obras.	*Para la construcción del proyecto se rehabilitaran los caminos existentes y se utilizará el centro del derecho de vía del trazo de la obra como brecha de patrullaje y con esto evitar construir nuevos caminos de acceso*
CAH27	Durante las etapas de preparación y construcción de proyectos, deberá mantenerse en todo momento una plataforma para el mantenimiento de equipo y maquinaria, la cual deberá contar con la infraestructura necesaria para garantizar la no infiltración de materiales peligrosos al suelo.	*Todo el equipo, maquinaria y vehículos se tiene prohibido dar mantenimiento en campo o en sitio, este deberá realizarse en lugares con las condiciones adecuadas y autorizados por el municipio para el mantenimiento y manejo de aceites provenientes de estos*
CAH26	Los campamentos pera trabajadores de la construcción del proyecto, deberán contar con servicios sanitarios, agua potable, un manejo ambientalmente adecuado de residuos generados, así como una estrategia de protección civil para atender cualquier contingencia, La documentación requerida que avale este criterio deberá ser anexada de forma complementarla.	*Los campamentos a utilizarse durante la construcción de la obra serán rentados en las localidades cercanas al proyecto y se atenderán los lineamientos establecidos en este apartado*
Criterios para las actividades de "Extracción de materiales" CE		
CE01	La exploración y explotación de los minerales o sustancias, sólo podrá realizarse por personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos y comunidades agrarias, pueblos y comunidades indígenas. y sociedades constituidas conforme a las leyes y normas mexicanas, mediante concesiones mineras otorgadas por la autoridad competente.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE02	Al término de un proyecto de exploración minera directa, el área en que se desarrollaron los trabajos deberá realizarse un programa de restauración que contemple acciones tates como la estabilizado de taludes, el relleno de pozos de explotación, el relleno de zanjas, la escarificación de suelos, la inhabilitación de caminos y la reforestación, siendo los responsables de su ejecución los promoventes de dicho proyecto. El programa deberá contener el calendario de actividades incluyendo las correspondientes al mantenimiento. Cuando se produzca tala de árboles y arbustos, se deberá cuantificar para programarla reforestación que compense el daño.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE03	Los responsables de la emisión de partículas sólidas a la atmósfera provenientes de agentes fijas por actividades de extracción de materiales y/o minerales, deberán cumplir con las especificaciones sobre concentración y niveles máximos permisibles fijadas en la NOM-043-SEMARNAT-1993.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE04	Las personas físicas y morales responsables de fuentes contaminantes están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios para Integrar un registro de	*Durante las actividades del proyecto y durante la operación de la obra no se afecta la calidad del aire debido a que la obra no utiliza ningún tipo de combustible, solo se trata de una obra de transmisión de energía eléctrica de una SE*

Clave	Descripción	Vinculación
	emisiones y transferencia de contaminantes a las instancias competentes si así lo requieren.	*a otra, sin embargo durante las actividades constructivas se hace necesario el uso de vehículos automotores, maquinaría, etc., mismos que se vigilara mediante un programa de mantenimiento que estos no deberán rebasar los límites máximos permisibles de ruido establecidos por la Norma*
CE05	La explotación de bancos de materiales no será autorizada a menos de un kilómetro de zonas urbanas o centros de población, y se recomienda la misma distancia con respecto a los cuerpos de agua, zonas de inundación y pozos de extracción de agua para consumo humano, así como en zonas consideradas de ella capacidad para la infiltración y recarga de acuíferos	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE06	Se respetara una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo alrededor de la zona de explotación del predio en todo el perímetro del mismo, en la cual se conservaran intactos la flora, la fauna y el suelo; de no existir vegetación natural en el sitio, se promoverá la creación de un muro verde para mitigar los impactos hacia el exterior del provecto.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE07	la extracción de los materiales deberá ser uniforme sin dejar obstáculos ni montículos en el interior de la mina que interfieran con las acciones de nivelación y restauración.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE08	El área ocupada por conductos (de agua, gas, petróleo y sus derivados) y/o líneas de transmisión o de comunicación, así como sus respectivos derechos de vía, no podrán incorporarse como zona de explotación.	*En la totalidad del trazo de la obra y del predio no se presentan bancos de material, por lo que se atiende esta disposición*
CE09	Para obras de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, previa autorización de la SEMARNAT, así como para los bancos de explotación de materiales, se verificará se efectúen fuera de cauces y cuerpos de agua intermitentes o permanentes, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de confieras o encinares, ubicados fuera de las áreas Naturales Protegidas. En el caso de que la extracción se ubique dentro de un ANP las actividades estarán condicionadas a lo establecido en su Decreto y/o Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE10	La ejecución de los trabajos de restauración o rehabilitación, es obligatoria y deberá llevarse a cabo en tos términos previstos para la rehabilitación de bancos de materiales a través de bancos de tiro controlados, que deberán ser especificados en la autorización correspondiente, en caso de incumplir, se podrá solicitar el cumplimiento forzoso de los mismos, así como aplicar la sanción que corresponda.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*

Clave	Descripción	Vinculación
CE11	Para los sitios de extracción de materiales pétreo, es obligatoria la restitución del suelo y la capa vegetal que se retiró originalmente del sitio, cubriendo el piso del banco de materiales en la totalidad, con especies regionales inmediatamente después de su aprovechamiento y del término de tos trabajos de explotación.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE12	Los bancos de material deben permanecer a una distancia de 300 metros del eje de derecho de vía de las vialidades.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE13	Para la protección del subsuelo y del manto acuífero por la extracción mineral, se deberé usar recubrimiento con geomembrana sintética para la Impermeabilización por la posible pérdida de cianuro y residuos contaminantes en los sitios de depósito de residuos mineros (jales)"	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
Criterios para las actividades forestales (CF)		
CF01	En las áreas forestales de protección, conservación, restauración o en las zonas aledañas a las mismas las acciones de reforestación deberán considerar las especies regionales y las densidades naturales dela vegetación en la zona o región. Preferentemente quedan excluidas del plan las especies de eucalipto, jacaranda, pirul y casuarina por su baja competitividad y alta demanda de agua.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CF02	Se deben mantener franjas de vegetación de galería a menos 30 m de ancho paralelas en ambos lados del cauce de ríos y arroyos que crucen el predio de la plantación forestal comercial. Los cuerpos de agua dentro de las áreas de corte total deberán mantener una franja no menor a 10 metros de vegetación natural para su protección.	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y no se observó ninguna zona de vegetación de galería, atendiendo este criterio*
CF03	Los terrenos forestales (vegetación nativa) que excepcionalmente tengan cambios de usos del suelo para la creación de proyectos de desarrollo, deberán estar sujetos a medidas de compensación ecológica en especie y económica. Se deberá mantener al menos el 30% de superficie de la vegetación del predio incluyendo la franja perimetral de vegetación.	*Se realizadar acciones de reforestación en una superficie a la solicitada como de cambio de uso de suelo, la ejecución del proyecto contempla el establecimiento de una serie de obras encaminadas a la protección de los suelos, las cuales favorecerán así mismo el establecimiento del germoplasma vegetal, por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. Además de aplicará un programa de rescate de flora silvestre establecido en el DTU en estudio y se realizará pago al Fondo Forestal Mexicano para que a través de la CONAFOR de ejecuten acciones de reforestaciones u otras acciones de restauración de suelos y ecosistemas dentro del área de influencia del proyecto.* *De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al*

Clave	Descripción	Vinculación
		centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libra para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas
CF04	En cualquier aprovechamiento forestal se deberán aplicar medidas fitosanitarias para la prevención, control y combate de plagas y enfermedades que afecten los recursos y ecosistemas forestales y realizarlas de conformidad con lo previsto en la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable, así como por le Ley Forestal de Sanidad Vegetal en lo que no se oponga a la presente Ley su Reglamento, normas específicas y demás disposiciones jurídicas aplicables.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario el desmonte o cambio de uso de suelo en terreno forestal, no abra un aprovechamiento forestal como tal con fines comerciales, la madera resultante de esta, será donada a los lugareños para el aprovechamiento de uso doméstico (leña y postes en su caso) y el remanente será dispersado en la franja que se abre, tomando todas las medidas necesarias para evitar enfermedades y plagas*
CF05	En áreas con vegetación forestal, se deberán realizar acciones de inspección y vigilancia para la prevención y combate a la extracción ilegal y la tala clandestina de los recursos forestales; autorizaciones de cambio de uso de suelo forestal: aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables y de plantaciones forestales comerciales.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario el desmonte o cambio de uso de suelo en terreno forestal, no abra un aprovechamiento forestal como tal con fines comerciales, la madera resultante de esta, será donada a los lugareños para el aprovechamiento de uso doméstico (leña y postes en su caso) y el remanente será dispersado en la franja que se abre. No abra necesidad de tramitar remisiones forestales para su transporte y comercialización, y se contara con un responsable ambiental en la zona del proyecto quien vigilara las recomendaciones establecidas en este criterio*
CF06	Realizar acciones en materia de prevención, capacitación y combato de incendios forestales. en congruencia con el programa nacional y estatal respectivo.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el combate de incendios forestales a través de la CONAFOR*
Criterios para el manejo de residuos (CMR)		
CMR01	Para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, se deberá respetar et programa de manejo respectivo para el relleno sanitario destino y según Norma Oficial Mexicana para su clasificación a fin de diferenciarlos Residuos de Manejo Especial y los Residuos Urbanos enlistados en la misma	*La ejecución del proyecto generará desechos derivados de la obra, lo cual implicará se ejecute el manejo de dichos residuos sólidos, por lo que es aplicable lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. No obstante lo anterior, en cumplimiento a la legislación aplicable, los residuos generados durante el desarrollo de las obras, serán manejados en los términos que enmarque el programa de manejo integral de residuos, cuyos lineamientos se encuentran integrados en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental, adjunto a este DTU, cumpliendo de esta*

Clave	Descripción	Vinculación
		manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. *Además la ejecución del proyecto contempla el cumplimiento de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar la contaminación de los suelos (Capítulo VI), por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.*
CMR02	Para el caso de zonas comerciales/habitacionales, la zona habitacional deberá contar con espacios para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos separadamente. con la siguiente clasificación: cartón y papel, metales. madera, plásticos, residuos orgánicos y residuos inorgánicos mezclados	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas comerciales/habitacionales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR03	Para el caso de zonas comerciales/habitacionales, la empresa deberá promover la separación de residuos valorizables al interior del proyecto: tanto en la zona comercial y hotelera, como en la habitacional a fin de disminuir la cantidad de residuos que se van a disposición final	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas comerciales/habitacionales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR04	El manejo de residuos generados deberé ser ambientalmente adecuado y cumplir con la Norma Oficial Mexicana, que establece, los elementos y procedimientos necesarios en la instrumentación de planes de manejo de residuos mineros,	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo de residuos mineros, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR05	Se deberá cantar con la capacidad y con la normativa adecuada para evitar la liberación accidental al medio ambiente de organismos genéticamente modificados, provenientes de residuos de cualquier tipo de procesos en los que se hayan utilizado dichos organismos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de organismos genéticamente modificados, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR06	El material de sanidad vegetal, la Secretaria de Desarrollo Sustentable regulará las especificaciones bajo las cuales se deberán realizar los estudios de campo para el establecimiento de los límites máximos de residuos de plaguicidas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de sanidad vegetal, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR07	En las autorizaciones relativas a acumulaciones o depósitos de residuos que puedan infiltrarse en los suelos, se establecerán las prevenciones para evitar la contaminación de suelos, las alteraciones en los procesos biológicos y fisicoquímicos que tienen lugar en los suelos. las alteraciones que perjudiquen el aprovechamiento y explotación de los suelos, la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneas y tos riesgos y problemas de salud en general.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de acumulaciones o depósitos de residuos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR08	En manejo ambientalmente adecuado de residuos se deberán aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental. tecnológica, económica y social,	*La ejecución del proyecto generará desechos derivados de la obra, lo cual implicará se ejecute el manejo de dichos residuos sólidos, por lo que es aplicable lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. No obstante lo anterior, en cumplimiento a la legislación aplicable, los residuos generados durante el desarrollo de las obras, serán manejados en los términos que enmarque el programa de manejo integral de residuos, cuyos lineamientos se encuentran integrados en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental,*

Clave	Descripción	Vinculación
		adjunto a este DTU, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. *Además la ejecución del proyecto contempla el cumplimiento de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar la contaminación de los suelos (Capítulo VI), por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.*
CMR09	Los sitios de confinamiento de residuos peligrosos previamente estabilizados, respecto a las siguientes instalaciones: aeropuertos, estaciones de carga marítima, centrales de transporte terrestre, hospitales, reclusorios, centros de readaptación social, escuetas, templos, pozos o áreas de abastecimiento de agua o edificaciones declaradas como patrimonio histórico y/o cultural, se deberán ubicar a una distancia mínima de mil metros (1000 m) medidos desde el punto más cercano del perímetro del sitio de confinamiento, incluyendo sus zonas de amortiguamiento al punto más cercano de la instalación.	*La ejecución del proyecto no generará sitios de confinamiento de residuos peligrosos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR10	Los ranchos o granjas ganaderas con una producción mayor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año, deberán contar con un convenio con alguna empresa que se haga cargo de ellos o con un biodigestor, de acuerdo a su origen.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de granjas ganaderas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para el Manejo sustentable del agua (CMA)		
CMA01	Las localidades con una población mayor a 500 habitantes, deberán contar con una planta de tratamiento de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades con una población mayor a 500 habitantes, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMA02	Descargarlas aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento. cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas (ejemplo: NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002 SEMARNAT-1996, NOM-003-ECOL-1997, NOM-001-CONAGUA-2001) o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso y procurar su reusó.	*El proyecto no utilizará agua durante la operación del mismo, solo se utilizará agua durante el proceso constructivo, misma que será adquirido de expendios comerciales a través de pipas de la red de agua municipal, sin embargo, como medidas de compensación por el cambio de uso de suelo en terreno forestal se ejecutarán algunas obras de captación de agua de lluvia para su infiltración y se instalará dentro de proyecto para permitir el dren de las aguas pluviales.*
CMA03	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos perennes de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 25 metros a partir de la delimitación de la zona federal del cauce.	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y no se observó ninguna zona de vegetación de galería, atendiendo este criterio*
CMA04	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos efímeros de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 5 metros en cada margen del mismo.	*Se implementara un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*

Clave	Descripción	Vinculación
CMA05	Se deberán respetar la morfología natural de los causes y escurrimientos de la UGA, debiéndose favorecer establecimiento y no remoción del estrato herbáceo y arbustivo presente en la zona	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y solo algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
CMA06	Cualquier obra e Interrumpa los cauces o escurrimientos naturales de competencia federal, deberá contar con la autorización correspondiente de la CONAGUA ola SEMARNAT en el ámbito de sus competencias.	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y solo algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
CMA07	La construcción de caminos y todo tipo del infraestructura deberá evitarse dentro de las zonas ribereñas y de inundación de los cauces.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de construcción de caminos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMA08	Se deberán mantener sin alteración los canales de comunicación entre los cuerpos de agua presentes en el territorio y se deberán rehabilitar aquellos que presenten algún estado de degradación.	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y solo algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea*
Criterios para la actividad de "Pesca" (P)		
CP01	En los Sitios RAMSAR, así como en aquellos de interés: para la conservación de la flora y fauna silvestre las actividades pesqueras y acuícolas deberán desarrollarse ya sea conforme a la normatividad aplicable o su respectivo programa de manejo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP02	No se deberé edificar infraestructura pesquera (plantas procesadoras cuartos fríos, almacenamiento) a menos de 50 metros del límite de la zona federal de los cuerpos de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP03	Se debo realizar la pesca con la concesión o permiso correspondiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP04	Será motivo de infracción explotar el recurso en cantidad mayor o fuera de lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas o en el titulo respectivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para la "Protección de la biodiversidad (flora, fauna y ANP)" (CB)		
CB01	El aprovechamiento de especies incluidas en la NOM-059 y afectadas por el comercio, estará sujeto a reglamentación, requerirá previa concesión y la presentación de un permiso.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento de especies incluidas en la NOM-059, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB02	La introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente Invasoras o exóticas se debe evitar y contar con las autorizaciones o visto bueno de fas instancias en materia ambiental federal, estatal y municipal de acuerdo a su competencia.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente Invasoras o exóticas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB03	Se deberán tornar todas las medidas necesarias para la compensación y mitigación del daño a la flora y fauna indicadas en la NOM-059, sobre la ubicación de sitios con condiciones suficientes para la reubicación de organismos vivos, que garantice la mayor supervivencia de estos, y permita el desplazamiento de la fauna a zonas menos perturbadas y limite el acceso de la fauna a zonas de peligro.	*Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, anexo en este estudio atendiendo todos los criterios señalados en este apartado*

Clave	Descripción	Vinculación
CB04	Mantener la superficie y conectividad de los parches de vegetación remanente presentes en la UGA.	*La ejecución del proyecto no afectara ningún parche de vegetación, sin embargo solo se afectará un pequeña zona de vegetación y se respetara lo demás, la cual podrá cumplir funciones de corredor ecológico que facilite la movilización y dispersión de las especies de fauna silvestre, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.* *Además que se aplicará un programa de rescate de flora de las especies en estatus, de importancia ecológica y aquellas susceptibles a rescate dentro del proyecto en estudio*
CB05	Una vez establecida un Área Natural Protegida, sólo podrá ser modificada su extensión, y en su caso, las actividades permitidas o su aptitud de manejo, por la autoridad que la haya establecido, siguiendo las mismas formalidades previstas en la ley y la normatividad aplicable correspondiente para la expedición de la declaratoria respectiva	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de Área Natural Protegida, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB06	Se sancionará la extracción sin permiso de flora y fauna nativa, sobre todo de aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo establecida en la NOM-059.	*Se tendrá vigilancia constante en todo el área del proyecto y se darán platicas de concienciación ambiental y se establecerán reglamentos ambientales para que todo el personal que labore conozca las sanciones a que se aplicaran a las personas que se vean en algún incumplimiento de lo señalado*
CB07	El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre, requiere de una autorización previa de la autoridad federal, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad, los aprovechamientos a que se refiere el párrafo caza, con fines reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, translocación, económicos o educación ambiental.	*Los ejemplares de flora y fauna a rescatarse serán previamente autorizados por SEMARNAT, en base a un estudio técnico y estos serán reubicados e áreas cercanas el proyecto*
CB08	Se sancionará todo acto de crueldad en contra de la biodiversidad.	*Se tendrá vigilancia constante en todo el área del proyecto y se darán platicas de concienciación ambiental y se establecerán reglamentos ambientales para que todo el personal que labore conozca las sanciones a que se aplicaran a las personas que se vean en algún incumplimiento de lo señalado*
CB09	Se deberá promover la participación de la sociedad para respetar, conservar y aprovechar sustentablemente la biodiversidad del estado, y apoyar la investigación, para el aprovechamiento y uso de la biodiversidad	*Se tendrá vigilancia constante en todo el área del proyecto y se darán platicas de concienciación ambiental y se establecerán reglamentos ambientales para que todo el personal que labore conozca las sanciones a que se aplicaran a las personas que se vean en algún incumplimiento de lo señalado*
CB10	El caso de reportar especies de vida Silvestre con estatus de endemismo o de introducción restringida dentro del área de un proyecto, obra o acción, se deberá conservar el hábitat de aquellas y modificar el proyecto supeditado a este criterio.	*Los ejemplares de flora y fauna a rescatarse serán previamente autorizados por SEMARNAT, en base a un estudio técnico y estos serán reubicados e áreas cercanas el proyecto*
Criterios para las acciones de "Regeneración, recuperación y rehabilitación del suelo"' (CS)		

Clave	Descripción	Vinculación
CS01	Los proyectos agrícolas-forestales que se ubiquen en terrenos con pendientes de 25% a 40%, deberán contar con obras de conservación de agua y suelos para evitar la erosión y el azolve do cuerpos de agua: se desalentará la realización de proyectes en terrenos con pendientes mayores a 40%.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CS02	La utilización de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas, estará sujeta a un programa de aplicación que considere sus efectos sobre la salud humana y las afectaciones a la calidad del suelo de acuerdo con los parámetros establecidos por la legislación en materia ambiental	*La ejecución del proyecto no promueve el uso de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CS03	Para mitigar los efectos adversos ocasionados a la biodiversidad por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a agropecuarios, se deberán considerar las especificaciones Indicadas en la NOM-062-SEMARNAT-1994, para las franjas perimetrales de vegetación natural Que sirvan como cortinas rompevientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para las actividades de "Turismo alternativo (CT)		
CT01	Para las rulas de turismo alternativo, se deberán buscar trayectos que no modifiquen la estructura natural sobre los humedales, ríos. cuerpos de agua y bosques de galería. En el caso inevitable, se deberán colocar alcantarinas que permitan el libre flujo del agua en ambos lados de la vialidad. evitando que en un lado del camino se anegue el agua ven et otro se deseque.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT02	Los proyectos turísticos autorizados de vías generales de comunicación, deberán instalar estructuras que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre"' entre ambos lados de la obra terminada, así como la señalización preventiva necesaria para reducir la exposición de la fauna al flujo vehicular.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT03	En los sitios donde se promueva el turismo alternativo, será requerido realizar Investigaciones e indicadores sobre el impacto ambiental generado para actividad turística planeada, así como las medidas de mitigación, compensación y o protección de los ecosistemas en que se encuentren.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Ordenamientos ecológicos municipales

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués (POEL)


0 de Abril de 2018 Año 03 TOMO II
No. 73

Por comunicacion del Gobierno Municipal de El Marques.

Gaceta
Municipal

Órgano oficial de difusión
del H. Ayuntamiento de El Marqués

Responsable de la publicación:
Secretaría del Ayuntamiento
Lic. Gaspar Arana Andrade
Publicacion Ordinaria

GOBIERNO MUNICIPAL

• ACUERDO QUE AUTORIZA LA ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL (POEL) DEL MUNICIPIO DE EL MARQUÉS, QUERÉTARO, INSTRUMENTO BÁSICO PARA LA PLANEACIÓN AMBIENTAL. (UNICA PUBLICACION).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), se convierte en un instrumento de política ambiental importante para los planes de desarrollo del territorio, pues permite planear el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable y evitar conflictos entre los sectores por el uso del territorio (SEMARNAT, 2009). Su meta es convertirse en un instrumento preciso para revertir, recuperar y reorientar el uso de suelo fuera de las zonas urbanas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, utilizando como base el análisis de las tendencias de deterioro y su aprovechamiento potencial. A su vez, busca fomentar el desarrollo de las actividades más convenientes, manteniendo la base productiva y de biodiversidad de los ecosistemas, los cuales son necesarios para sustentar las actividades económicas del municipio.

Modelo de ordenamiento ecológico municipal

El modelo de ordenamiento ecológico del territorio, se define como la regionalización del territorio a ordenar en unidades de gestión ambiental (UGAs), las políticas ambientales, los usos de suelo compatibles e incompatibles, los lineamientos y estrategias Ambientales.

Para la adecuada ejecución y cumplimiento de este ordenamiento ecológico, el municipio deberá instrumentar las políticas y estrategias ecológicas con la finalidad de alcanzar los lineamientos establecidos; implementará los criterios ambientales e la ocupación del suelo y en los procesos o formas de aprovechamiento de los recursos; propiciará la coordinación de acciones sectoriales con otras instancias e instrumentos de planeación territorial; y promoverá de forma permanente la difusión del ordenamiento ecológico.

Respecto a la expansión de las actividades existentes, el aprovechamiento de los recursos naturales, el desarrollo de nuevas actividades y nuevos usos de suelo, así como la ejecución de proyectos, obras y acciones no previstos en el presente ordenamiento ecológico, con pretendida ubicación fuera de los centros de población (de acuerdo los instrumentos de planeación vigentes), deberán someterse al procedimiento de evaluación y opinión técnica del municipio y de ser necesario por el comité de ordenamiento, mediante los mecanismos establecidos que en el reglamento del comité de ordenamiento ecológico que al efecto estén señalados.

En su caso, el municipio y el comité podrán reconocer otro usos de suelo, estrategias o criterios de regulación ambiental a las UGA´s, de modo que se permita ejecutar proyectos que fortalezcan el desarrollo sustentable del territorio.

Es importante señalar que la ejecución de cualquier proyecto en el territorio, independientemente del visto bueno del municipio o comité, deberá cumplir con los trámites necesarios para su autorización en materia ambiental y urbana, en los términos previstos en las disposiciones legales vigentes que regulan dicho uso o actividad; quedando sujetas a lo que dictamine la autoridad competente incluyendo la negativa del mismo.

Unidades de Gestión Ambiental (UGA) municipal.

Una UGA es la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico que se construye a partir de las unidades de paisaje definidas por la geomorfología y características sociales, demográficas e históricas del territorio, a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas dirigidas a la protección, conservación, restauración, aprovechamiento sustentable y el desarrollo urbano ordenado en el territorio. Posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común.

La estructuración de cada una de las UGAS que conforman el modelo de ordenamiento ecológico local del municipio de El Marqués (POELMEM), fueron asignadas con base al desarrollo de todos los procesos del estudio técnico realizado, analizando las potencialidades

del suelo, los conflictos ambientales, las pendientes, las asignaciones determinadas por le H. Ayuntamiento, la infraestructura que contiene, el desarrollo de los sectores productivos para el beneficio de la sociedad, los espacios habitados actualmente y los recursos naturales con que cuenta el área de estudio.

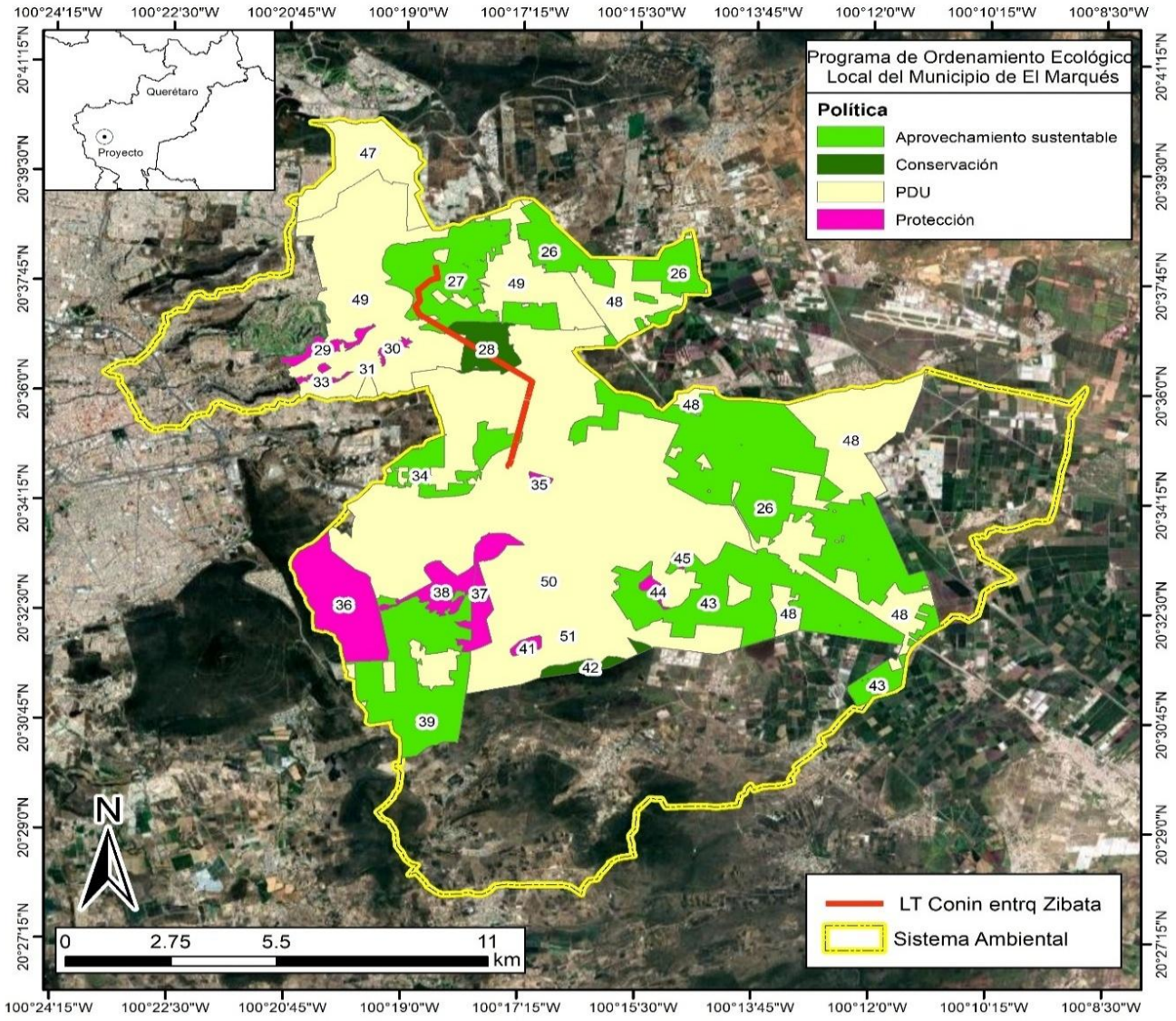
Así mismo, el POELMEM considera a las áreas prioritarias para la conservación y las áreas urbanas identificadas por los instrumentos de planeación urbana vigentes; así como su relación con las UGAs definidas para el ordenamiento ecológico regional del estado de Querétaro, dando como resultado la obtención de 51 UGAs para el municipio de El Marqués, mismas que se presentan a continuación:

Tabla III.10. Unidades de Gestión Ambiental del municipio de El Marqués.

UGA	NOMBRE	UGA	NOMBRE
1	El Pinalito	**27**	**El Pozo**
2	Mario Molina Pasquel	**28**	**Buenavistilla**
3	Los Trigos	29	La Cañada 1
4	La Laborcilla	30	La Cañada 2
5	Mesa El Rosario	31	La Cañada 3
6	El Carmen - Cerro Grande	32	Presa El Diablo
7	Laderas El Carmen	33	La Cañada 4
8	Zona Agrícola Norte	**34**	**Zona Agrícola Cumbres de Conín**
9	Zona Agrícola Chichimequillas	35	Bordo El Carmén
10	Bordo Nuevo	36	El Tángano
11	Bordo Tierra Blanca	37	Cerro El Boludo
12	Peña Colorada	38	La Machorra
13	Bordo San Joaquín	39	Zona Agrícola y Extracción El Durazno
14	Bordo La Cuadrilla	40	El Cimatario
15	Bordo Santa Teresa	41	El Bordo
16	Bordo El Garambullo	42	Cerro La Machorra
17	Bordo Chueco	43	Zona Agrícola La Calavera
18	Bordo Colorado	44	Bordo El Gato
19	Cerro Blanco	45	Bordo San Cristóbal
20	Zona Agrícola Norte II	46	Zona Urbana Norte
21	Bordo El Lobo	47	Zona Urbana Chichimequillas
22	Cerro El Resbaladero	48	Zona Urbana Oriente
23	El Picacho	**49**	**Zona Urbana C. Universidades**
24	San Martín de Porres	**50**	**Zona Urbana Sur-Poniente**
25	Bordo Las Palmas	51	Bordo II
26	Zona Agrícola Santa María		

UGA	NOMBRE	UGA	NOMBRE
	Ticomán		

Para el caso específico del área del proyecto en estudio con su obra se ubicará sobre las **UGA´s No 27, 28, 34, 49 y 50,** denominadas **"El Pozo, Buenavistilla, Zona Agrícola Cumbres de Conín, Zona Urbana C. Universidades y Zona Urbana Sur Poniente**", ver mapa siguiente:



Mapa III.5. Ubicación del proyecto sobre las UGA del modelo de ordenamiento ecológico local del municipio de El Marqués (POELMEM)

Políticas del ordenamiento ecológico municipal

Las políticas definidas para el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués (POELMEM), se desprenden de la legislación ambiental aplicable en la materia, y su objetivo es mantener la estructura, función, conservación y el uso sustentable del territorio, estas políticas son:

Protección (PP): Para todas las Unidades cuyas condiciones ambientales sean relevantes para la preservación de especies de flora y fauna; ecosistemas riparios y acuáticos; elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico tales como el suelo y su cobertura; áreas forestales; zonas de valor paisajístico, histórico, arqueológico o científico o cuando las Unidades sean identificadas como zonas de riesgo o sujetas a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público.

Estas Unidades no son aptas para urbanización y su principal propósito es asegurar el equilibrio ecológico del sistema, mantener y mejorar las condiciones y componentes que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas, los servicios ambientales que prestan, así como el abastecimiento de recursos importantes para la población y los asentamientos humanos.

Los polígonos de las áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales deberán categorizarse con esta modalidad de política ambiental, sin perjuicio de la jurisdicción que les corresponda y por su respectivo programa de manejo.

Conservación (PC): Para todas las Unidades que poseen un equilibrio en sus ecosistemas y cuyos usos actuales no afectan o alteran su funcionamiento. Por sus características de estabilidad, podrían ser utilizadas para aprovechamiento sustentable cuando se garantice la sostenibilidad de la flora y fauna y no se afecte su equilibrio o disminuya su potencial, poniendo en riesgo su estabilidad. Incluye las áreas verdes naturales o inducidas por el hombre con el objeto de compensar los servicios ambientales al interior de las manchas urbanas o cerca de ellas, dándole conectividad a la movilidad y dispersión natural de la biodiversidad regional sirviendo como corredores ecológicos. La permanencia y continuidad de estas Unidades bajo la política de conservación será prioritaria respecto del desarrollo de asentamientos humanos por su importancia y función ecológica.

Restauración (PR): Para todas las Unidades que presentan signos de degradación, daño o afectación como resultado directo o indirecto de eventos de carácter natural o antropogénico, a grado tal que el ecosistema no puede recuperar por sus propios medios a la condición previa a su alteración. La restauración estará enfocada a iniciar o acelerar el proceso de recuperación del ecosistema con respecto a su integridad y sostenibilidad con el propósito de recuperar su estado óptimo, siempre utilizando las especies existentes en la región. También se asignará a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o para el restablecimiento de las condiciones forestales, con la finalidad de que en el futuro puedan ser sujetas a la política de conservación, protección o aprovechamiento sustentable.

Aprovechamiento Sustentable (PAS): Para todas las Unidades que por sus características físicas y biológicas son apropiadas para el aprovechamiento y manejo de sus recursos, de manera que se asegure el mantenimiento de su biodiversidad, disponibilidad y resiliencia. Podrán ser utilizadas con fines de aprovechamientos forestales y extractivos, o para la consolidación de actividades agropecuarias.

Desarrollo Urbano (PDU): Para todas las Unidades ubicadas en los centros de población, con uso de suelo y destinos urbanos, y su correspondiente proyección de crecimiento establecido en los instrumentos de planeación urbana vigentes.

Tabla III.11. Usos de suelo, política ambiental y fundamentación jurídica

USOS		POLÍTICA		FUNDAMENTACIÓN JURÍDICA
Simbolo	Uso	Simbolo	Política	
AGP	Agropecuario	PR	Restauración	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (LPADSEQ).
		PAS	AprovechamientoSustentable	LGEEPA y LPADSEQ.
CF	Conservación Forestal	PP	Protección	LGEEPA y LPADSEQ.
		PR	Restauración	LGEEPA y LPADSEQ.
		PC	Conservación	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), LGEEPA y LPADSEQ.
CA	Cuerpos de agua	PR	Restauración	Ley de Aguas Nacionales (LAN), LGEEPA y LPADSEQ.
		PP	Protección	Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), LGEEPA, LPADSEQ y LAN.
		PAS	AprovechamientoSustentable	LGEEPA, LPADSEQ y LAN.
EX	Extracción	PP* y PR*	Protección y Restauración	LGEEPA y LPADSEQ. Condicionado al análisis técnico del comité y plan de manejo de la ANP
		PC	Conservación	LGEEPA y LPADSEQ.
		PAS	AprovechamientoSustentable	LGEEPA y LPADSEQ.
DU	Desarrollo Urbano	PDU	DesarrolloUrbano	Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH), LGEEPA, LPADSEQ y LAN.
		PAS*	AprovechamientoSustentable	LGEEPA, LPADSEQ y LAN.

CS	Comercio y servicios	PDU	DesarrolloUrbano	LGAH, LGEEPA y LPADSEQ
		PAS*	AprovechamientoSustentable	LGEEPA, LPADSEQ y LAN.
I	Industria	PDU	DesarrolloUrbano	LGAH, LGEEPA y LPADSEQ
		PAS*	AprovechamientoSustentable	LGEEPA, LPADSEQ y LAN. Condicionado al análisis técnico del comité y a las legislaciones aplicables que dispongan.
TA	TurismoAlternativo	PDU	DesarrolloUrbano	Ley General de Turismo (LGT), LGAH, LGEEPA y LPADSEQ.
IF	Infraestructura General (IFG)	PC*	Conservación	Condicionado al análisis técnico del comité y a las legislaciones aplicables que dispongan.
		PAS*	AprovechamientoSustentable	Condicionado al análisis técnico del comité y a las legislaciones aplicables que dispongan.
		PDU	DesarrolloUrbano	LGAH, LGEEPA y LPADSEQ.
	Infraestructura Rural (IFR)	Todas	Todas	Condicionado al análisis técnico del comité y a las legislaciones aplicables que dispongan.

* Condicionado al análisis técnico del comité, en especial atención a la actividad agroindustrial.

Para el caso específico del área del proyecto en estudio la política es **"aprovechamiento sustentable y desarrollo urbano**", ver figura siguiente:

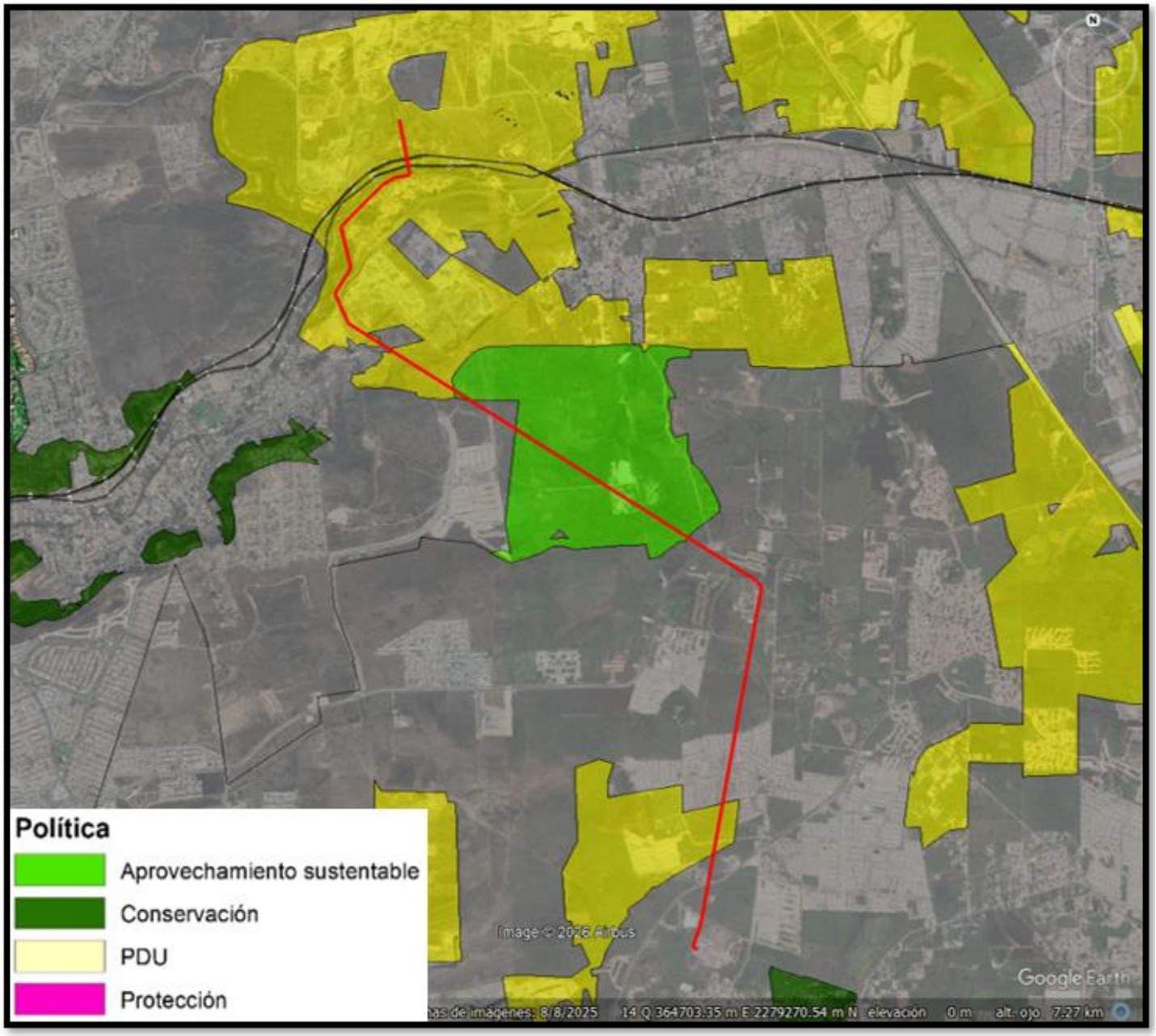


Figura III.3. Política en la Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra el proyecto en estudio

Usos de suelo

Los usos de suelo fueron definidos a partir de los análisis de aptitud, los usos de suelo actuales y las potencialidades del territorio. En la siguiente figura se presentan los usos de suelo definidos para el municipio de El Marqués:

Usos de suelo para las UGAs del municipio de El Marqués

Agropecuario (AGP): Es aquel que se dirige a todos aquellos procesos productivos de aprovechamiento directo de los recursos naturales, vegetales y animales, para la obtención de productos primarios y consumo directo. Se incluye infraestructura como granjas, establos, corrales, invernaderos, viveros, unidades de manejo de vida silvestre, bodegas o cobertizos de acopio y transferencia de granos y productos no perecederos y almacenamiento de insumos; bancos de germoplasma; cámaras de refrigeración; barreras cortavientos; obras de conservación y mejoramiento de suelo; casetas de vigilancia; una vivienda para alojamiento, cuidado y mantenimiento de infraestructura y predios de uso agropecuario por cada 5,000 metros cuadrados de superficie del predio, y áreas de preservación ecológica agropecuaria.

Conservación Forestal (CF): Ecosistemas terrestres o acuáticos conservados, terrenos forestales de zonas áridas, zonas de protección de acuíferos y cuencas hidrológicas, humedales, brechas cortafuegos, reservas ecológicas, parques ecológicos, áreas forestadas y reforestadas con fines de conservación, unidades de manejo de vida silvestre, obras de conservación de suelo, aprovechamiento de recursos forestales y plantaciones forestales para silvicultura con árboles nativos o no nativos y parcelas agrícolas para autoconsumo previamente existentes. Zonas donde se desarrollan actividades de aprovechamiento directo de la vegetación nativa y sus derivados con fines comerciales, de conservación y/o de investigación.

Cuerpo de agua (CA): Presas, represas, bordos y ollas de agua, así como los terrenos ubicados en los respectivos vasos y sus zonas de influencia, aguas abajo o al pie de la cortina de un cuerpo de agua; cauces y corrientes con sus riberas o zonas federales, actividades deportivas acuáticas controladas.

Extracción (Ex): Bancos de material, bancos de tiro, zonas dedicadas a la explotación de

minerales y materiales pétreos del subsuelo.

Desarrollo Urbano (DU): Son las zonas donde se desarrollan los centros de población y su proyección de crecimiento a futuro determinado en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes

Comercio y Servicios (CS): Es aquel que se caracteriza por la presencia de actividades comerciales y que tienen una proyección de crecimiento a futuro que se regula con planes y programas de desarrollo urbano. Bodegas de acopio y transferencia de productos no perecederos, bodegas de venta de granos y forrajes, venta de gasolina, Diesel o gas L.P., gasolineras y estaciones de gas carburante con su tienda de conveniencia, corralones y depósito de vehículos, talleres mecánicos y vulcanizadoras

Industrial (I): Es aquel donde se desarrollan actividades industriales con un giro de acopio, transformación y adecuación de productos primarios para su comercialización, está asociado principalmente a las zonas urbanas marcadas por los instrumentos de planeación urbano del municipio.

Turismo alternativo (TA): Se define como aquel que tiene como fin realizar actividades recreativas para el contacto y conservación de la naturaleza y las expresiones culturales, lo que incluye el ecoturismo, turismo de aventura y el turismo regional

Infraestructura (IF): La infraestructura está definida a partir de los análisis de aptitud y los usos, destinos y reservas de suelo actuales en los instrumentos de planeación urbana vigentes y las potencialidades del territorio. Esta puede ser de dos tipos:

a. Infraestructura General (IFG): Vialidades regionales, primarias, secundarias y locales, rutas ciclistas, puentes, vehiculares, puentes peatonales, paradores, pistas aéreas y helipuertos, vías de ferrocarril, depósitos de almacenamiento de agua, estaciones de rebombeo y cárcamos, pozos, diques, represas, canales de riego, drenes, acequias, tuberías de conducción de agua potable, redes telefónicas, **estaciones o subestaciones eléctricas y líneas de transmisión**, antenas repetidoras, antenas de telefonía celular, mástiles y torres.

b. Infraestructura Rural (IFR): Brechas, caminos rurales, tanques o depósitos de almacenamiento de agua, estaciones de rebombeo y cárcamos, pozos, diques, represas, canales de riego, drenes, acequias, tuberías de conducción de agua potable, infraestructura sanitaria, estaciones o subestaciones eléctricas y líneas de transmisión, antenas repetidoras, antenas de telefonía celular, mástiles y torres.

En las UGA's con Política de Protección, solo se permitirá la instalación de Infraestructura Rural, y bajo análisis técnico del Comité de Ordenamiento Ecológico, la posibilidad de la infraestructura general.

La asignación de los usos compatibles e incompatibles a cada una de las unidades de gestión ambiental, se definió haciendo un análisis de las aptitudes sectoriales, los usos actuales y los conflictos ambientales, así como un análisis de las principales problemáticas asociadas a las actividades realizadas al interior de las UGAs y a la imagen objetivo de la propuesta del municipio.

Tabla III.12. Usos de suelo y política ambiental

USOS DE SUELO	
Símbolo	**Uso**
AGP	Agropecuario
CF	Conservación y Forestal
CA	Cuerpos de Agua
Ex	Extracción
DU	DesarrolloUrbano
CS	Comercio y Servicios
I	Industria
TA	TurismoAlternativo
IF	Infraestructura

Tabla III.13. Resumen de estrategias y criterios de regulación ambiental por Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués donde cruzará el proyecto.

No. UGA	Nombre	Estrategias	Criterios
27	El Pozo	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC01, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS01, EAS02, EAS03, EAS04, EAS05, EAS06, EAS07, EAS08, EAS09, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS14, ER01, ER02, EAS15, ER03, ER04, ER05	CG01-09, CAG01-08, CAH01-12, CE01-15, CF01-07, CMR01-09, CMA01-03, CP01-04, CB01-11, CS01-04, CT01-05
28	Buenavistilla	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP3, EP4, EC01, EC02, EC03, EC04, EC05, EC06, EC07, EC08, EAS02, EAS05, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS15, ER01, ER02, ER03, ER04, ER05, EDU04, EDU05	CG01-09, CAG01-08, CE01-15, CF01-07, CMR01-09, CMA01-03, CP01-04, CB01-11, CS01-04, CT01- 05
34	Zona Agrícola Cumbres de Conín	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC01, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS01, EAS02, EAS03, EAS04, EAS05, EAS06, EAS07, EAS08, EAS09, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS14, ER01, ER02, EAS15, ER03, ER04, ER05	CG01-09, CAG01-08, CAH01-12, CE01-15, CF01-07, CMR01-09, CMA01-03, CP01-04, CB01-11, CS01-04, CT01-05
49	Zona Urbana C. Universidades	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS05, EAS06, EAS07, EAS10, EAS14, ER01, ER04, ER05, EDU01, EDU02, EDU03, EDU05, EDU06, EDU07, EDU08, EDU09	CG01-09, CAG01-08, CAH01-12, CE01-15, CF01-07, CMR01-09, CMA01-03, CP01-04, CB01-11, CS01-04, CT01-05
50	Zona Urbana Sur Poniente	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS05, EAS06, EAS07, EAS10, EAS14, ER01, ER04, ER05, EDU01, EDU02, EDU03, EDU05, EDU06, EDU07, EDU08, EDU09	CG01-09, CAG01-08, CAH01-12, CE01-15, CF01-07, CMR01-09, CMA01-03, CP01-04, CB01-11, CS01-04, CT01- 05

Criterios de regulación ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués.

Para cada una de las Unidades de Gestión Ambiental, se asignaron política ambiental, lineamientos y los usos compatibles e incompatibles los cuales se presentan en la figura siguiente:

Tabla III.14. Resumen de política ambiental, lineamientos y usos compatibles e incompatibles por Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués.

UGA	Nombre	Política	Lineamientos	Usos Compatibles	Incompatibles
1	El Pinalito	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
2	Mario Molina Pasquel (ANP)	PP	LP02	Área Natural Protegida	Área Natural Protegida
3	Los Trigos	PR	LG01, LG02, LG03, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06	CF, CA, EX*, IFR	TA, DU, CS, I, AGP, IFG
4	La Laborcilla	PR	LG01, LG02, LG03, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06	CF, CA, EX*, IFR	TA, DU, CS, I, AGP, IFG
5	Mesa El Rosario	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
6	El Carmen - Cerro	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
7	Laderas El Carmen	PR	LG01, LG02, LG03, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06	CF, CA, EX*, IFR	TA, DU, CS, I, AGP, IFG
8	Zona Agrícola	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
9	Zona Agrícola Chichimequillas	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
10	Bordo Nuevo	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG

UGA	Nombre	Política	Lineamientos	Usos Compatibles	Incompatibles
11	Bordo Tierra Blanca	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
12	Peña Colorada	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
13	Bordo San Joaquín	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
14	Bordo La Cuadrilla	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
15	Bordo Santa Teresa	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
16	Bordo El Garambullo	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
17	Bordo Chueco	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
18	Bordo Colorado	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
19	Cerro Blanco	PC	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06	CF, TA, CA, EX, IFG*, IFR	DU, CS, I, AGP
20	Zona Agrícola Norte II	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
21	Bordo El Lobo	PP	LG01, LG02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
22	Cerro El Resbaladero	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
23	El Picacho	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
24	San Martín de Porres	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
25	Bordo Las Palmas	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
26	Zona Agrícola Santa María Ticomán	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX,	DU, I

UGA	Nombre	Política	Lineamientos	Usos Compatibles	Incompatibles
27	**El Pozo**	**PAS**	**LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06**	**AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR**	**DU, I**
28	**Buenavistilla**	**PC**	**LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06**	**CF, TA, CA, EX, IFG*, IFR**	**DU, CS, I, AGP**
29	La Cañada 1	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
30	La Cañada 2	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
31	La Cañada 3	PP	LG01, LG02, LG03, LP01,	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
32	Presa El Diablo	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
33	La Cañada 4	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
34	**Zona Agrícola Cumbres de Conín**	**PAS**	**LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06**	**AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR**	**DU, I**
35	Bordo El Carmén	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
36	El Tángano (ANP)	PP	LP04	Área Natural Protegida	Área Natural Protegida
37	Cerro El Boludo	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
38	La Machorra	PP	LG01, LG02, LG03, LP01, LC01, LC02, LC03	CF, TA, CA, EX*, IFR	DU, CS, I, AGP, IFG
39	Zona Agrícola y Extracción El Durazno	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
40	El Cimatario	PP	LP03	Área Natural Protegida	Área Natural Protegida
41	El Bordo	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
42	Cerro La Mendoza	PC	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LDU06	CF, TA, CA, EX, IFG*, IFR	DU, CS, I, AGP

UGA	Nombre	Política	Lineamientos	Usos Compatibles	Incompatibles
43	Zona Agrícola La Calavera	PAS	LG01, LG02, LG03, LG04, LC01, LC02, LC03, LR01, LAS01, LAS02, LAS03, LDU06	AGP, CF, CA, EX, TA, CS*, IFG*, IFR	DU, I
44	Bordo El Gato	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
45	Bordo San Cristóbal	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG
46	Zona Urbana Norte	PU	LG01, LG02, LG03, LG04, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05	DU, CS, I, TA, CF, IFG, IFR	CA, AGP
47	Zona Urbana Chichimequillas	PU	LG01, LG02, LG03, LG04, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05	DU, CS, I, TA, CF, IFG, IFR	CA, AGP
48	Zona Urbana Oriente	PU	LG01, LG02, LG03, LG04, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05	DU, CS, I, TA, CF, IFG, IFR	CA, AGP
49	**Zona Urbana C. Universidades**	**PU**	**LG01, LG02, LG03, LG04, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05**	**DU, CS, I, TA, CF, IFG, IFR**	**CA, AGP**
50	**Zona Urbana Sur Poniente**	**PU**	**LG01, LG02, LG03, LG04, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05**	**DU, CS, I, TA, CF, IFG, IFR**	**CA, AGP**
51	Bordo II	PP	LG01, LG02, LG03, LC02, LC03	TA, CA	CF, DU, CS, I, AGP, IFR, IFG

Lineamientos.

Los lineamientos en materia de Ordenamiento Ecológico, son considerados como las metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de una Unidad de Gestión Ambiental, en este sentido, a diferencia de las políticas ambientales y sectoriales, el lineamiento ecológico permite la definición o identificación especifica del objeto de la política, además de facilitar el establecimiento del mecanismo de seguimiento.

Los lineamientos que se formularon para este programa, se definieron en función de los usos y políticas ambientales para las Unidades de Gestión Ambiental, mismas que reflejan el estado deseable en el territorio y se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del Municipio de El Marqués.

Tabla III.15. Lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués

Simbología	Lineamientos	Vinculación con el proyecto
	General	
LG01	Proteger, conservar y aprovechar de forma responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, respetando la vocación y aptitud del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
LG02	Preservar la flora y la fauna, en su ambiente natural o urbano, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	*Como resultado de los estudios, muestreos de flora y fauna, análisis de erosión e infiltración en el área del proyecto y el comparativo de estos a nivel sistema ambiental, así como la implementación de las medidas de mitigación, protección, y compensación propuestas en este estudio se garantiza la permanencia de los ecosistemas*
LG03	Consolidar una conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio en la población, fomentando la educación ambiental a través de diferentes medios de comunicación.	*Se realizarán y ejecutaran platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio*
LG04	Promover que en la evaluación de proyectos con usos de suelo no previstos en las unidades de gestión ambiental, la elaboración de sus estudios técnicos en materia ambiental requeridos por la legislación Federal, Estatal o Municipal se utilice la cartografía expedida en el actual Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal o la que el comité disponga.	*El presente estudio de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo necesarios para este proyecto se basó en el uso de cartografía digital de INEGI basado en un sistema de información geográfica y en estudios técnicos de flora y fauna silvestre, así como de diversos análisis de suelos, agua y demás componentes afectados cumpliendo con los lineamientos establecido en las guías, leyes y reglamentos, para su trámite de evaluación y autorización por la autoridad competente*
	Protección	
LP01	Consolidar la protección de la UGA mediante el decreto de Área Natural Protegida de carácter Federal, Estatal o Municipal; y la elaboración y ejecución del correspondiente programa de manejo que permitan asegurar la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas y sus alrededores.	*Esta acción no aplica al proyecto*
LP02	Consolidar la protección del Área Natural Protegida (ANP) "Mario Molina Pasquel El Pinalito", asegurando el cumplimiento de su manejo y aprovechamiento de acuerdo a lo que su programa de manejo establezca, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos-ecológicos que proveen de servicios ambientales al municipio.	*Esta acción no aplica al proyecto*

Simbología	Lineamientos	Vinculación con el proyecto
LP03	Consolidar la protección del Área Natural Protegida (ANP) el "Parque Nacional El Cimatario", asegurando el cumplimiento de su manejo y aprovechamiento de acuerdo a lo que su programa de manejo establezca, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos-ecológicos que proveen de servicios ambientales al municipio.	*Esta acción no aplica al proyecto*
LP04	Consolidar la protección del Área Natural Protegida (ANP) "El Tangano", asegurando el cumplimiento de su manejo y aprovechamiento de acuerdo a lo que su programa de manejo establezca, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos-ecológicos que proveen de servicios ambientales al municipio.	*Esta acción no aplica al proyecto*
Conservación		
LC01	Conservar la vegetación natural mediante la aplicación de acciones que aseguren la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas.	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libra para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas*
LC02	Conservar los escurrimientos y cauces superficiales del territorio, mediante la restauración y protección de estos, así como de los cuerpos de agua a los que pudieran estar asociados.	*La totalidad del trazo del proyecto cruzará sobre un cuerpo de agua perenne (río Querétaro) y algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
LC03	Mantener la superficie de cuerpo de agua y brindar el adecuado mantenimiento de la estructura en el 100% de su volumen para posibilitar el equilibrio hidrológico y favorecer la diversidad de hábitats.	*La totalidad del trazo del proyecto cruzará sobre un cuerpo de agua perenne (río Querétaro) y algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
Restauración		
LR01	Restaurar y recuperar las áreas perturbadas y modificadas de la UGA, que permitan recobrar la estabilidad ecosistémica del paisaje, especialmente aquellas provocadas por las actividades agropecuarias extensivas y las de extracción de recursos naturales presentes en la UGA.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación anexos a este estudio*
Aprovechamiento Sustentable		
LAS01	Conservar y favorecer la actividad agrícola, propiciando la continuidad de los procesos mediante el uso eficiente de los recursos naturales e incrementando su rentabilidad, así como la tecnificación de procesos y el uso eficiente del agua en las zonas de agricultura de riego.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Simbología	Lineamientos	Vinculación con el proyecto
LAS02	Recuperar las zonas agrícolas mediante la implementación de prácticas de manejo de agua y preservación de suelos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
LAS03	Consolidar y regularizar el aprovechamiento sustentable extractivo que asegure el desarrollo productivo y económico de la actividad, así como la conservación y restauración del capital natural del recurso y su paisaje.	*Derivado del análisis de paisaje realizado en este estudio se concluye que la calidad paisajística no será afectada de gran magnitud y escala ya que las estructuras a instalar son delgados y poco visibles a la distancia*
Desarrollo Urbano		
LDU01	Dar cumplimiento a lo dispuesto en los instrumentos de planeación urbana del territorio, regulando el impacto ambiental generado por las actividades del desarrollo, teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo y el medio ambiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con desarrollo urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LDU02	Desalentar que el desarrollo urbano se expanda fuera de las UGAs con dicho propósito, y se consoliden los instrumentos de planeación de desarrollo urbano minimizando los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas, teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con desarrollo urbano , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LDU03	Promover el adecuado desarrollo de los usos compatibles minimizando los conflictos ambientales mediante una adecuada distribución de la infraestructura, equipamiento y servicios, minimizando los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con desarrollo urbano , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LDU04	Promover el uso eficiente del agua potable en la UGA urbana y fortalecer la capacidad de tratamientos de agua residuales para uso urbanos y no de consumo humano.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con desarrollo urbano , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
LDU05	Proteger, conservar y reforestar las zonas verdes urbanas, que permitan fortalecer los servicios ambientales de la UGA.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
LDU06	Promover el crecimiento natural de la vivienda rural existente en la UGA, desalentando el desarrollo de nuevos centros de población, fomentando el uso de ecotecnias para reducir el impacto ambiental y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Estrategias

Las estrategias consisten en un conjunto de acciones, que buscan promover la integración de los objetivos específicos, proyectos, programas y responsables de su ejecución, con el objeto de lograr el cumplimiento de los lineamientos. Su diseño tomó como base a los lineamientos, y los conflictos ambientales identificados, así como de la integración de acciones y proyectos aplicables a las mismas. El cumplimiento de cada estrategia se puede evaluar a través de un indicador que permitirá medir la evolución del programa en un tiempo determinado.

Responsable: se refiere a las instancias gubernamentales y no gubernamentales que de acuerdo a sus atribuciones están asociadas al cumplimiento de la estrategia y/o que cuentan con programas y recursos que pueden ser destinados para lograr el lineamiento o meta ambiental.

Indicadores ambientales: son los medios que permiten la evaluación de las estrategias asignadas, integrados por datos cuantitativos que ayudan a evaluar los avances, el cumplimiento y la eficacia de las estrategias en la disminución de los conflictos ambientales, y por lo tanto, el cumplimiento de las metas o lineamientos ecológicos. Estos indicadores tienen asociado un plazo, que es el tiempo propuesto para realizar las estrategias de acuerdo a su importancia.

Las estrategias han sido asignadas por UGA y se encuentran en las fichas técnicas de cada una, sin embargo, pueden asignarse otras estrategias a las UGA si el Comité de Ordenamiento lo considera pertinente durante la ejecución y evaluación del programa.

Para una mejor operación del POELMEM las estrategias se diseñaron de acuerdo a las políticas y problemáticas presentes en el territorio. Las estrategias generales aplican a todo el territorio, toda vez que su ejecución resuelve y mitiga los principales problemas identificados en la agenda ambiental.

Tabla III.16. Estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	Generales	
EG01	Actualizar los reglamentos municipales en materia ambiental y urbana que permitan dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo, en acorde a las políticas ambientales y vocaciones del suelo establecido en presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	*Nos damos por enterado y se verificaran mes por mes los cambios de las leyes, normas y reglamentos en materia ambiental para su pronta aplicación*
EG02	Generar y operar el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo, el promovente se apegará a los*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		lineamientos aplicables para el manejo integral de los residuos.
EG03	Regular y actualizar el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos o en defecto un sitio de transferencia de residuos.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo, el promovente se apegará a los lineamientos aplicables para el manejo integral de los residuos.*
EG04	Diseñar y aplicar un Programa de Educación Ambiental Municipal, enfocado a la problemática ambiental identificada en la Agenda Ambiental del POEL.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo, el promovente capacitará en temas ambientales a los contratistas y empleados a fin de propiciar una cultura ambiental*
EG05	Promover una cultura de denuncia de los delitos ambientales ente las autoridades competentes.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo, el promovente capacitará en temas ambientales a los contratistas y empleados a fin de propiciar una cultura ambiental.*
EG06	Promover la creación y aplicación de un Programa Municipal de Prevención de Incendios Forestales que localice áreas críticas, determine la temporada más susceptible de incendios forestales, implemente acciones de detección, acciones preventivas y de rápido combate de incendios forestales.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el combate de incendios forestales a través de la CONAFOR*
EG07	Promover un Programa de Vigilancia Comunitaria, que permitan la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales (la tala clandestina, la caza furtiva y la extracción ilegal de vida silvestre), así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	*Se realizarán y ejecutaran platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio, así mismo se establecerá un reglamento y sanciones ambientales*
EG08	Promover campañas anuales de esterilización de perros y gatos.	*Esta acción no aplica para las UGA´s donde cruzará el proyecto*
EG09	Promover programas para mantener y mejorar los procesos de conservación y aprovechamiento de recursos naturales en territorios indígenas, respetando usos y costumbres.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
EG10	Ejecutar acciones de desazolve y rehabilitación de infraestructura hidráulica para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica de los cuerpos de agua.	*Esta acción no aplica para las UGA´s donde cruzará el proyecto*
EG11	Promover y apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de la contaminación.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
EG12	Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados,*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto
EG13	Regular y desincentivar la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, zonas de protección, conservación y de riesgo.	*Esta acción no aplica para las UGA´s donde cruzará el proyecto*
EG14	Implementar un programa permanente de difusión y sociabilización del POEL dirigida a la sociedad y los diferentes sectores e instancias gubernamentales.	*Esta acción no aplica para las UGA´s donde cruzará el proyecto*
Protección		
EP01	Ejecutar el Programa de Manejo de las ANP decretadas, en coordinación con las autoridades competentes que en su caso correspondan.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
EP02	Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, a través del decreto de Áreas Naturales Protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
EP3	Implementar programas e instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de la política ambiental y la compensación al ambiente por la ejecución de obras y proyectos no previstos en el POEL que podrán ser económicos o en especie de acuerdo a las características del mismo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de la política ambiental, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
EP4	Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de protección o conservación.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
Conservación		
EC01	Desarrollar estudios técnicos específicos para obtener información de las condiciones biofísicas y la evolución de los ecosistemas.	*Se realizará para este proyecto un DTU para cambio de uso de suelo en terreno forestal, el cual será evaluado y autorizado por la SEMARNAT, donde se integran datos de indicadores y monitoreo de actividades de restauración*
EC02	Establecer un sistema de monitoreo de la biodiversidad que contemple los criterios ambientales municipales y aspectos etnobiológicos.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo se dará seguimiento y monitoreo a los diferentes programa a ejecutar derivados del proyecto en estudio por el tiempo que la autoridad ambiental determine*
EC03	Implementar acciones que aseguren la conservación de la vegetación nativa y el funcionamiento de los procesos evolutivos de los ecosistemas.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		programa de rescate de flora y de reforestación anexos a este estudio
EC04	Promover la participación social para la denuncia de acciones ilegales contra la flora y fauna silvestres.	*Se realizarán y ejecutaran platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio, así mismo se establecerá un reglamento y sanciones ambientales*
EC05	Prevenir la ocurrencia de incendios forestales y crear acciones de contingencia para minimizar los impactos generados.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el combate de incendios forestales a través de la CONAFOR*
EC06	Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas y microcuencas hidrológicas en el territorio.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas*
EC07	Ejecutar acciones de desazolve y rehabilitación de infraestructura para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica de los cuerpos de agua.	*La totalidad del trazo del proyecto cruzará sobre un cuerpo de agua perenne (río Querétaro) y algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
EC08	Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas, provenientes de actividades humanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
Aprovechamiento Sustentable		
EAS01	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar la intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir los procesos de resiliencia del agrosistema.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de estudios técnicos agroecológicos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS02	En los proyectos de caminos, deberán existir corredores biológicos para la fauna y cauces naturales de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de instalación de cercas, caminos, carreteras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
EAS03	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades relacionadas con la tecnificación de las actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este lineamiento.*
EAS04	Implementar programas de prevención y control de plagas y patógenos con acciones fitosanitarias y biológicas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades* de prevención y control de plagas y patógenos, *por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia*
EAS05	Preservar la biodiversidad dentro de los ecosistemas actuales.	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libre para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas
EAS06	Impulsar, fomentar y particular acciones que referencien el consumo de productos agrícolas y pecuarios de pequeños, medianos y grandes productores locales mediante la conformación de cooperativas, cadenas productivas o esquemas económicos alternativos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS07	Las actividades productivas que generen aguas residuales en sus procesos deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y un plan de reúso de las aguas tratadas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades que generen aguas residuales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS08	Identificar y fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales y congruentes con la vocación social, económica y natural del sitio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS09	Recuperar la producción agrícola de superficies parceladas en abandono.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS10	Implementar programas que promuevan el turismo alternativo de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-culturales de la zona.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS11	Apoyar obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para cultivos, mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de buenas prácticas agrícolas para cultivos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS12	Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería extensiva, como el aprovechamiento de las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de proyectos ganaderos sustentables, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS13	Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario el desmonte o cambio de uso de suelo en terreno forestal, no abra un aprovechamiento forestal como tal con fines comerciales, la madera resultante de esta, será donada a los lugareños para el aprovechamiento de uso doméstico (leña y postes en su caso) y el remanente será dispersado en la franja que se abre,*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		tomando todas las medidas necesarias para evitar enfermedades y plagas
EAS14	Regular el uso del agua para consumo humano y actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.	*El proyecto no utilizará agua durante la operación del mismo, solo se utilizará agua durante el proceso constructivo, misma que será adquirido de expendios comerciales a través de pipas de la red de agua municipal, sin embargo, como medidas de compensación por el cambio de uso de suelo en terreno forestal se ejecutarán algunas obras de captación de agua de lluvia para su infiltración y se instalará dentro de proyecto para permitir el dren de las aguas pluviales.*
EAS15	Fomentar el desarrollo de actividades agropecuarias con un uso eficiente de los recursos naturales e identificar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales, congruentes con la vocación del sitio y la disponibilidad de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de desarrollo de actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Restauración		
ER01	Ejecutar estudios técnicos que establezcan estados de degradación, alternativas para la restauración e indicadores que permitan monitorear el desarrollo de las acciones implementadas para la restauración ambiental.	*Se realizará para este proyecto un DTU para cambio de uso de suelo en terreno forestal, el cual será evaluado y autorizado por la SEMARNAT, donde se integran datos de indicadores y monitoreo de actividades de restauración*
ER02	Ejecutar programas para el establecimiento de prácticas bioingenieriles de manejo de agua y preservación de suelo, para el control de la erosión hídrica y evitar el avance de la desertificación.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
ER03	Limitar y controlar el pastoreo en áreas erosionadas y frágiles.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de pastoreo en áreas erosionadas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER04	Controlar y vigilar la extracción de materiales y las acciones de mitigación de impacto ambiental de acuerdo a las autorizaciones legales vigentes.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de extracción de materiales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER05	Ejecutar programas de reforestación con especies nativas, con especial atención las zonas prioritarias para la conservación, barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presentan pendientes mayores al 15%.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
Desarrollo Urbano		

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
EDU01	El desarrollo de actividades urbanas se sujetará técnica y jurídicamente de acuerdo a lo dispuesto en los instrumentos de desarrollo urbano vigentes.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas urbanas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU02	Sociabilizar los instrumentos de desarrollo urbano, para que la población tenga pleno conocimiento de los límites permitidos para el desarrollo de proyectos urbanos y desalentar los cambios de uso de suelo.	*Se realizarán y ejecutaran platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio*
EDU03	Priorizar la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas urbanas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU04	Evitar los asentamientos humanos que no tengan bases técnicas y jurídicas para justificar ambiental y socioculturalmente su ubicación.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas urbanas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU05	Toda actividad que genere aguas residuales en sus procesos deberá contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EDU06	La edificación de nuevos desarrollos deberá contar con sistemas de drenaje independientes para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de edificación de nuevos desarrollos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU07	Implementar programas para la captación-almacenamiento de agua de lluvia y tratamiento-reutilización de aguas residuales.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EDU08	Los desarrollos inmobiliarios deberán utilizar especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, parques y jardines. En caso de existir especies nativas en el área a reforestar	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de nuevos desarrollos inmobiliarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU09	Generar y operar un programa integral de residuos sólidos municipal, que contemple la separación, recolección, disposición y las acciones municipales del programa de educación ambiental.	*La ejecución del proyecto generará desechos derivados de la obra, lo cual implicará se ejecute el manejo de dichos residuos sólidos, por lo que es aplicable lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. No obstante lo anterior, en cumplimiento a la legislación aplicable, los residuos generados durante el desarrollo de las obras, serán manejados en los términos que enmarque el programa de manejo integral de residuos, cuyos lineamientos se encuentran integrados en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental, adjunto a este DTU, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.* *Además la ejecución del proyecto contempla el cumplimiento de una serie de*

Clave	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		medidas preventivas y de mitigación para evitar la contaminación de los suelos (Capítulo VI), por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.

Criterios de regulación ambiental

Los criterios de regulación ambiental, se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles en el territorio; y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Estos criterios pueden referirse a los aspectos constructivos de alguna obra, o condiciones ambientales que los proyectos deben cumplir. Para el mejor manejo de los criterios, estos se agruparon por actividad, es decir cada uso potencial en el estado tiene su grupo de criterios para la disminución de los conflictos ambientales.

1. Generales (CG),
2. Agrícola – pecuario (CAG),
3. Asentamientos humanos y actividades urbanas (CAH),
4. Extracción de materiales (CE),
5. Forestales (CF),
6. Manejo de residuos (CMR),
7. Manejo sustentable del agua (CMA),
8. Pesca (CP),
9. Protección de la biodiversidad (flora, fauna y ANP) (CB),
10. Regeneración, recuperación y rehabilitación del suelo (CS), y
11. Turismo alternativo (CT).

Tabla III.17. Criterios de regulación ambiental

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
Criterios "Generales" (CG)		
CG01	Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal original deberán comprobar que no afectarán a las poblaciones de flora y fauna endémicas o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001	*Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, anexo en este estudio atendiendo todos los criterios señalados en este apartado*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CG02	El diseño de proyectos deberá disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas particularmente selvas y bosques. Para ello deberá considerar el mantenimiento de grandes áreas de conservación con la vegetación primaria y el uso preferente de las áreas de vegetación con menor estructura o calidad ambiental, se deberán mantener o crear corredores de vegetación nativa.	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libre para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas*
CG03	El aprovechamiento de flora y fauna silvestre deberá de realizarse en las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentables y en los términos de los programas de manejo que para tal efecto haya autorizado la SEMARNAT.	*Esta acción no aplica al proyecto*
CG04	La extracción o utilización de especies de flora y fauna silvestre nativa deberá garantizar la permanencia de especies endémicas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	*Derivado de los resultados del DTU de este proyecto y de las autorizaciones correspondientes, se establecerán las bases para llevar un control y vigilar a través de un supervisor de la obra el derribo, y extracción del rescate de flora y fauna silvestre durante el proceso de construcción de la obra*
CG05	Los proyectos que requieran la instalación de cercas deberán garantizar que estas permitan el libre paso de la fauna silvestre.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de instalación de cercas, caminos, carreteras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
CG06	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
CG07	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica, se deberán integrar en las actividades a propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
CG08	Todos aquellos criterios de regulación ambiental que el comité consideré pertinente, cuando se pretenda autorizar algún proyecto no previsto al momento de ordenar el territorio en este programa.	*Enterado y se dará cabal cumplimiento a los términos y condicionantes que la SEMARNAT establezca en las autorizaciones en meteá ambiental y de cambio de uso de suelo establezcan para este proyecto*
CG09	Todos aquellos criterios de regulación ambiental que el comité consideré pertinente, cuando se pretenda autorizar algún proyecto no previsto al momento de ordenar el territorio en este programa.	*Enterado y se dará cabal cumplimiento a los términos y condicionantes que la SEMARNAT establezca en las autorizaciones en meteá ambiental y de*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
		cambio de uso de suelo establezcan para este proyecto
Criterios para las actividades "Agrícola - pecuario" (CAG)		
CAG01	Todos los canales de riego o drenes que descarguen en cuerpos de agua, deberán contar con trampas para sedimentos y desarenadores, para prevenir su azolvamiento	*promueve actividades de canales de riego o drenes, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
CAG02	Las actividades de aprovechamiento agrícola en terrenos con pendientes mayores al 5% deberán establecer técnicas de cultivo que favorezcan la recuperación de suelo y eviten los procesos erosivos del terreno, como cultivos en terrazas o siguiendo las curvas de nivel para evitar procesos erosivos, entre otros.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAG03	Para el manejo agrícola bajo esquemas de producción extensiva, se deberán emplear únicamente terrenos con perturbación histórica presente y con una pendiente menor al 8%.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento agrícola, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
CAG04	Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo, no deberán realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de prácticas agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
CAG05	El uso del fuego con fines agrícolas se desarrollará conforme a una planeación en concurrencia de la autoridad municipal y las autoridades federales (SEMARNAT y SAGARPA) con representantes de los pequeños propietarios rurales. Se observará de forma obligatoria la NOM-015-SEMARNAT / SAGARPA-2007, en tanto se abandona esta práctica.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de prácticas agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
CAG06	Se deberá evitar el uso de aguas residuales urbanas para riego agrícola, y favorecer su utilización para el riego de áreas verdes urbana (parques, jardines, etc.), siempre y cuando sean tratadas y cumplan con parámetros establecidos en la legislación aplicable.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de prácticas agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
CAG07	Las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento (estabuladas) deberán contar con un programa de manejo de residuos aprobado por las autoridades competentes y prever un sistema para el tratamiento, reutilización o disposición final de las aguas residuales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
CAG08	Las actividades pecuarias que se quieran establecer en el territorio deberán considerar una franja de 50 metros a partir de la zona federal a ambos lados de cauces de ríos, arroyos y escorrentías, exceptuando la actividad apícola.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Criterios para los "Asentamientos humanos y actividades urbanas" (CAH)		
CAH01	Se deberán seguir los lineamientos, normas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano con jurisdicción en la UGA.	*Se tramitará ante el H Ayuntamiento la anuencia y visto bueno del proyecto, que sea compatible con el programa de desarrollo urbano municipal y con el programa de ordenamiento ecológico local, así mismo se tramitara la licencia de construcción del proyecto*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CAH02	Los nuevos desarrollos y edificaciones de carácter urbanos deberán apegarse a lo dispuesto por los planes y programas de desarrollo urbano vigentes, las disposiciones del Código Urbano del Estado de Querétaro y el Reglamento de Construcciones Municipal de contar con este.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos y edificaciones de carácter urbanos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH03	Para cualquier desarrollo inmobiliario se deberá presentar la Manifestación de Impacto Ambiental MIA) de acuerdo a las modalidades y términos de referencia que emitan las autoridades en la materia en el ámbito de sus competencia, así como un estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo en caso de requerirse.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos inmobiliario, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.* *Sin embargo este proyecto en estudio se elaborara y tramitara este DTU correspondiente*
CAH04	Para delimitar, ampliar y construir la zona de urbanización ejidal y su reserva de crecimiento, así como para regularizar la tenencia de predios ubicados en suelo ejidal, en los que se hayan constituido asentamientos humanos irregulares, la asamblea ejidal o de comuneros respectiva deberá ajustarse a las disposiciones jurídicas locales de desarrollo urbano y a la zonificación contenida en los planes o programas aplicables en la materia.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de ampliar y construir a zona de urbanización ejidal, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH05	Se deberán respetar las condicionantes establecidas en los estudios y programas para zonas de riesgo y vulnerabilidad, cuando se pretendan llevar a cabo edificaciones en dichas zonas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de zonas de riesgo y vulnerabilidad, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH06	Se deberá evitar el establecimiento de asentamientos humanos irregulares.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de establecimiento de asentamientos humanos Irregulares, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH07	Las forestaciones y reforestaciones en las UGAs con política ambiental urbana deberán realizarse con especies nativas en al menos un 70% de la superficie destinada. El tamaño mínimo recomendado de la planta deberá ser de 1 m.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de forestaciones y reforestaciones en las UGAs con política ambiental urbana, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH08	Restringir el crecimiento urbano en un radio de 500 metros a partir del perímetro de amortiguamiento del relleno sanitario	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de crecimiento urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CAH09	Restringir el crecimiento urbano en un radio de un kilómetro a partir del perímetro de bancos de material.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de crecimiento urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
CAH10	En zonas que colindan con áreas naturales protegidas y/o UGAS de protección, deberán de dejar una zona de amortiguamiento del 20% de su superficie adyacente a la periferia del área.	*El trazo del proyecto no afectara y no cruzará ni esta cercas de ninguna ANP*
CAH11	En áreas que presenten vegetación forestal, deberán de dejar al menos el 30% de esta y se le considerará como zona de reserva de la misma y de preferencia esta área será utilizada para reubicar los ejemplares de flora que la autoridad correspondiente señale.	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
		ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libre para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas
CAH12	En terrenos donde se presente vegetación forestal y hayan sido incendiados o desmontados antes de las autorizaciones correspondientes, no se permitirá el desarrollo de ninguna actividad hasta que pasen 20 años.	*En toda la trayectoria del proyecto y que sustenta o presenta vegetación forestal no se observó ningún vestigio de que haya o exista una zona que fuese incendiada recientemente o en años pasados por lo que se cumple con dicho criterio*
Criterios para las actividades de "Extracción de materiales" (CE)		
CE01	La exploración y explotación de los minerales o sustancias, sólo podrá realizarse por personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos y comunidades agrarias, pueblos y comunidades indígenas, y sociedades constituidas conforme a las leyes y normas mexicanas, mediante concesiones mineras otorgadas por la Secretaría.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE02	Al término de un proyecto de exploración minera directa, el área en que se desarrollaron los trabajos deberá realizarse un programa de restauración que contemple acciones tales como la estabilización de taludes, el relleno de pozos de exploración, el relleno de zanjas, la escarificación de suelos, la inhabilitación de caminos y la reforestación, siendo los responsable de su ejecución los promoventes de dicho proyecto. El programa deberá contener el calendario de actividades, incluyendo las correspondientes al mantenimiento. Cuando se produzca tala de árboles y arbustos se deberá cuantificar, para programar la reforestación que compense el daño.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE03	Los responsables de la emisión de partículas sólidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas por actividades de extracción de materiales y/o minerales deberán cumplir con las especificaciones sobre concentración y niveles máximos permisibles fijadas en la NOM-043- SEMARNAT-1993.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE04	Las personas físicas y morales responsables de fuentes contaminantes están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios para integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes a las instancias competentes si así lo requieren.	*Durante las actividades del proyecto y durante la operación de la obra no se afecta la calidad del aire debido a que la obra no utiliza ningún tipo de combustible, solo se trata de una obra de transmisión de energía eléctrica de una SE a otra, sin embargo durante las actividades constructivas se hace necesario el uso de vehículos automotores, maquinaría, etc., mismos que se vigilara mediante un programa de mantenimiento que estos no deberán rebasar los límites máximos permisibles de ruido establecidos por la Norma*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CE05	La explotación de bancos de materiales no será autorizada a menos de 1 kilómetro de zonas urbanas o centros de población, y se recomienda la misma distancia con respecto a los cuerpos de agua, zonas de inundación y pozos de extracción de agua para consumo humano; así como en zonas consideradas de alta capacidad para la infiltración y recarga de acuíferos.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE06	Se respetará una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo alrededor de la zona de explotación del predio en todo el perímetro del mismo, en la cual se conservarán intactos la flora, la fauna y el suelo.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE07	La extracción de los materiales deberá ser uniforme sin dejar obstáculos ni montículos en el interior de la mina que interfieran con las acciones de nivelación y restauración.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE08	El área ocupada por conductos (de agua, gas, petróleo y sus derivados) y/o líneas de transmisión o de comunicación, así como sus respectivos de explotación. En caso de colindancia con una vía de comunicación carretera deberá existir una franja de amortiguamiento que separe el predio explotado del derecho de vía federal o estatal de por lo menos 20 metros adicionales a lo previsto para tal fin.	*En la totalidad del trazo de la obra y del predio no se presentan bancos de material, por lo que se atiende esta disposición*
CE09	Para obras de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, previa autorización de la SEMARNAT, así como para los bancos de explotación de materiales, se verificará se efectúe fuera de cauces y cuerpos de agua intermitentes o permanentes, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE10	Sólo deberá trabajarse un frente de explotación a la vez, a fin de permitir la restauración de aquellos que ya han sido trabajados. Queda condicionada la explotación de un segundo frente a la rehabilitación del primero.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE11	Como medida de prevención de riesgo, el predio deberá ser delimitado físicamente con respecto a los predios contiguos preferentemente con postes de concreto o cercos vivos (con especies regionales), excepcionalmente con malla ciclónica, cerca de alambre de púas.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CE12	La ejecución de los trabajos de restauración o rehabilitación, es obligatoria y deberá llevarse a cabo en los términos previstos para la rehabilitación de bancos de materiales a través de bancos de tiro controlados. En caso de incumplir, se podrá solicitar el cumplimiento forzoso de los mismos, así como aplicar la sanción que corresponda.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE13	Para los sitios de extracción de materiales pétreos, es obligatoria la restitución del suelo y la capa vegetal que se retiró originalmente del sitio, cubriendo el piso del banco de materiales en su totalidad, con especies regionales inmediatamente después de su aprovechamiento y del término de los trabajos de explotación.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE14	Para la protección del subsuelo y del manto acuífero por la extracción mineral, se deberá usar de recubrimiento con geomembrana sintética para la impermeabilización por la posible pérdida de cianuro y residuos contaminantes en los sitios de depósito de residuos mineros (jales).	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
CE15	Los Bancos de material deben permanecer a una distancia de 300 metros del eje de derecho de vía de las vialidades.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
Criterios para las actividades "Forestales" (CF)		
CF01	En las áreas forestales, de protección, conservación, restauración o en las zonas aledañas a las mismas, las acciones de reforestación deberán considerar las especies regionales y las densidades naturales de la vegetación en la zona o región. Preferentemente quedan excluidas del plan las especies de eucalipto, jacaranda, pirul y casuarina por su alta competitividad y alta demanda de agua.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas de los diferentes estratos registrados, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CF02	En los planes de manejo, para evitar la pérdida neta del bosque de mezquites, huizaches, copal, palo bobo, palo blanco, etc. es necesario reforestar anualmente, al menos a la tasa de deforestación promedio entre 1970-2000 de la superficie de los terrenos preferentemente forestales.	*El proyecto en estudio se trata de una obra eléctrica, y no de un programa de manejo forestal persistente para aprovechamiento de madera.*
CF03	Los terrenos forestales (vegetación nativa) que excepcionalmente tengan cambios de usos del suelo para la creación de proyectos de desarrollo, deberán estar sujetos a medidas de compensación ecológica. Se deberá mantener al menos la mitad de superficie de la vegetación del predio, incluyendo la franja perimetral de vegetación.	*Se realizarán acciones de reforestación en una superficie a la solicitada como de cambio de uso de suelo, la ejecución del proyecto contempla el establecimiento de una serie de obras encaminadas a la protección de los suelos, las cuales favorecerán así mismo el establecimiento del germoplasma vegetal, por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. Además de aplicará un programa de rescate de flora*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
		silvestre establecido en el DTU en estudio y se realizará pago al Fondo Forestal Mexicano para que a través de la CONAFOR de ejecuten acciones de reforestaciones u otras acciones de restauración de suelos y ecosistemas dentro del área de influencia del proyecto. De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libra para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas
CF04	Las plantaciones forestales comerciales se establecerán en predios de agricultura de temporal, pastizales inducidos o áreas erosionadas que no tengan vegetación arbórea.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de plantaciones forestales comerciales, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio. Solo se ejecutará plantaciones con fines de compensación y programas de rescate y reubicación de flora*
CF05	Los criterios, las especificaciones técnicas y los periodos de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables se determinarán de acuerdo con los ciclos de recuperación y regeneración de la especie y sus partes por aprovechar.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CF06	Se deben mantener franjas de vegetación de galería, al menos 30 m de ancho, paralelas en ambos lados del cauce de ríos y arroyos que crucen el predio de la plantación forestal comercial. Los cuerpos de agua dentro de las áreas de corta total deberán mantener una franja	*La totalidad del trazo del proyecto cruzará sobre un cuerpo de agua perenne (río Querétaro) y algunos intermitentes, de los cuales el proyecto cruzará de manera aérea y únicamente usando de patrullaje sin afectar la morfología natural del cauce*
CF07	Si la autoridad competente, por excepción, autoriza desmontes en terrenos con vegetación forestal, se tendrá que reubicar el 50% de las especies leñosas y suculentas y se deberá realizar de manera gradual conforme al avance de obra, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.	*Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora silvestre contemplando los criterios señalados en este criterio*
Criterios para el "Manejo de residuos" (CMR)		
CMR01	Los ranchos o granjas ganaderas con una producción mayor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año, deberán contar con un convenio con alguna empresa que se haga cargo de ellos o con un biodigestor de acuerdo a su origen.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de granjas ganaderas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CMR02	Para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, se deberá respetar el plan de manejo respectivo para el relleno sanitario destino y según Norma oficial Mexicana para su clasificación, a fin de diferenciar los Residuos de Manejo Especial y los Residuos Urbanos enlistados en la misma.	*La ejecución del proyecto generará desechos derivados de la obra, lo cual implicará se ejecute el manejo de dichos residuos sólidos, por lo que es aplicable lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. No obstante lo anterior, en cumplimiento a la legislación aplicable, los residuos generados durante el desarrollo de las obras, serán manejados en los términos que enmarque el programa de manejo integral de residuos, cuyos lineamientos se encuentran integrados en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental, adjunto a este DTU, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.* *Además la ejecución del proyecto contempla el cumplimiento de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar la contaminación de los suelos (Capítulo VI), por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.*
CMR03	Las empresas que almacenen, comercialicen, produzcan, empleen o generen materiales o residuos peligrosos, deberán informar a la Unidad Estatal de Protección Civil, las características que para tal efecto mencione el Reglamento de la presente Ley, en los supuestos siguientes: I. En el mes de enero de cada año. II. Cuando la Unidad Estatal de Protección Civil se lo solicite, y III. Cuando modifiquen la cantidad de almacenaje, con relación a lo que habían informado previamente.	*La ejecución del proyecto no generará sitios de confinamiento de residuos peligrosos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
CMR04	El plan de manejo deberá cumplir con la Norma Oficial Mexicana que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, para los residuos enlistados en la misma.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo de residuos mineros, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR05	Se deberá contar con la capacidad y con la normativa adecuada para evitar la liberación accidental al medio ambiente de organismos genéticamente modificados provenientes de residuos de cualquier tipo de procesos en los que se hayan utilizado dichos organismos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de organismos genéticamente modificados, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR06	La Secretaría en materia de sanidad vegetal regulará las especificaciones bajo las cuales se deberán desarrollar los estudios de campo para el establecimiento de los límites máximos de residuos de plaguicidas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de sanidad vegetal, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMR07	En las autorizaciones relativas a acumulaciones o depósitos de residuos que puedan infiltrarse en los suelos, se establecerán las prevenciones para evitar la contaminación de suelos, las alteraciones en los procesos biológicos y fisicoquímicos que tienen lugar en los suelos, las alteraciones que perjudiquen el aprovechamiento y explotación de los suelos, la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos y los riesgos y problemas de salud en general.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de acumulaciones o depósitos de residuos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CMR08	En el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos, se deberán aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.	*La ejecución del proyecto generará desechos derivados de la obra, lo cual implicará se ejecute el manejo de dichos residuos sólidos, por lo que es aplicable lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica. No obstante lo anterior, en cumplimiento a la legislación aplicable, los residuos generados durante el desarrollo de las obras, serán manejados en los términos que enmarque el programa de manejo integral de residuos, cuyos lineamientos se encuentran integrados en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental, adjunto a este DTU, cumpliendo de esta manera con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.* *Además la ejecución del proyecto contempla el cumplimiento de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar la contaminación de los suelos (Capítulo VI), por lo que su desarrollo cumple con lo dispuesto en este criterio de regulación ecológica.*
CMR09	Los sitios de confinamiento de residuos peligrosos previamente estabilizados, respecto a las siguientes instalaciones: aeropuertos, estaciones de carga marítima, centrales de transporte terrestre, hospitales, reclusorios, centros de readaptación social, escuelas, templos, pozos o áreas de abastecimiento de agua o edificaciones declaradas como patrimonio histórico y/o cultural, se deberá ubicar a una distancia mínima de mil metros (1000 m) medidos desde el punto más cercano del perímetro del sitio de confinamiento,	*La ejecución del proyecto no generará sitios de confinamiento de residuos peligrosos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio*
Criterios para el "Manejo sustentable del agua" (CMA)		
CMA01	Las localidades con una población mayor a 500 de habitantes deberá contar con una planta de tratamiento de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades con una población mayor a 500 habitantes, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CMA02	Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas (ejemplo: NOM-001- SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-ECOL-1997, NOM-001-CONAGUA-2001) o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso y procurar su reusó.	*El proyecto no utilizará agua durante la operación del mismo, solo se utilizará agua durante el proceso constructivo, misma que será adquirido de expendios comerciales a través de pipas de la red de agua municipal, sin embargo, como medidas de compensación por el cambio de uso de suelo en terreno forestal se ejecutarán algunas obras de captación de agua de lluvia para su infiltración y se instalará dentro de proyecto para permitir el dren de las aguas pluviales.*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CMA03	Es una condicionante para la sustentabilidad el mantener la cobertura vegetal natural en una franja de al menos 100 metros a partir del límite de la zona federal a ambos lados del cauce de ríos y arroyos, con excepción de casos de necesidad por fines sanitarios, previa autorización de la autoridad competente.	*La totalidad del trazo del proyecto no cruzará sobre ningún cuerpo de agua perenne y no se observó ninguna zona de vegetación de galería, atendiendo este criterio*
Criterios para la actividad de "Pesca" (CP)		
CP01	En los Sitios RAMSAR así como en aquellos de interés para la conservación de la flora y fauna silvestres, las actividades pesqueras y acuícolas deberán desarrollarse ya sea conforme a la normatividad aplicable o programas de manejo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP02	No se deberá edificar infraestructura pesquera (plantas procesadoras, cuartos fríos, almacenamiento) a menos de 50 metros del límite de la zona federal de los cuerpos de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP03	Se debe realizar la pesca con la concesión o permiso correspondiente	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CP04	Será motivo de infracción explotar el recurso en cantidad mayor o fuera de lo establecido en las normas oficiales mexicanas o en el título respectivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades pesqueras y acuícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para la "Protección de la biodiversidad (flora, fauna y ANP)" (CB)		
CB01	Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de ANPs y zonas de protección deberán sujetarse a las previsiones contenidas en el programa de manejo.	*Se dará cumplimiento tal cual a lo establecido en este programa así como a las autorizaciones correspondientes de la autoridad ambiental respecto a la construcción del proyecto en estudio*
CB02	Dentro de la ANP, se restringirá la expansión de la frontera agrícola y el libre pastoreo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades dentro de ANP, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB03	Las áreas a recuperar serán seleccionadas a partir de consulta entre el municipio y personas afectadas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de vías generales de comunicación, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB04	Se sancionará la extracción sin permiso de flora y fauna nativa, sobre todo de aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo.	*Se tendrá vigilancia constante en todo el área del proyecto y se darán platicas de concienciación ambiental y se establecerán reglamentos ambientales para que todo el personal que labore conozca las sanciones a que se aplicaran a las personas que se vean en algún incumplimiento de lo señalado*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CB05	El aprovechamiento de especies en peligro de extinción afectada por el comercio está sujeto a reglamentación, requerirá previa concesión y presentación de un permiso.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento de especies incluidas en la NOM-059, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB06	La introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente invasoras o exóticas, se debe evitar, y contar con las autorizaciones o visto bueno de las instancias en materia ambiental Federal, Estatal y/o municipal de acuerdo a su competencia.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente Invasoras o exóticas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB07	Se deberán tomar todas las medidas necesarias para la compensación y minimización del daño a la flora y fauna indicadas en la norma oficial mexicana, sobre la ubicación de sitios con condiciones suficientes para la reubicación de organismos vivos, que garantice la mayor supervivencia de estos, y permita el desplazamiento de la fauna a zonas menos perturbadas y limite el acceso de la fauna a zonas de peligro.	*Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, anexo en este estudio atendiendo todos los criterios señalados en este apartado*
CB08	La restauración del territorio se deberá realizarse mediante prácticas de repoblación con especies leñosas y herbáceas de la región.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*
CB09	La introducción de especies exóticas sólo podrá realizarse cuando exista suficiente evidencia experimental, validada por instituciones de investigación que demuestren que estas no	*Se tendrá vigilancia constante en todo el área del proyecto y se darán platicas de concienciación ambiental y se establecerán reglamentos ambientales para que todo el personal que labore conozca las sanciones a que se aplicaran a las personas que se vean en algún incumplimiento de lo señalado*
CB10	En las zonas núcleo de las áreas naturales protegidas quedará expresamente restringido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante	*La ejecución del proyecto no promueve actividades dentro de zonas núcleo de las áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CB11	Una vez establecida un área natural protegida, sólo podrá ser modificada su extensión, y en su caso, las actividades permitidas o su aptitud de manejo, por la autoridad que la haya establecido, siguiendo las mismas formalidades previstas en la Ley y la normatividad aplicable correspondiente para la expedición de la declaratoria respectiva.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades dentro de áreas naturales protegidas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
Criterios para las acciones de "Regeneración, recuperación y rehabilitación del suelo" (CS)		
CS01	Los proyectos agrícolas-forestales que se ubiquen en terrenos con pendientes de 25% a 40%, deberán contar con obras de conservación de agua y suelos para evitar la erosión y el azolve de cuerpos de agua.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
CS02	Para mitigar los efectos adversos ocasionados a la biodiversidad por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a agropecuarios se deberá considerar las especificaciones indicadas en la NOM-062-SEMARNAT-1994. Para la franjas perimetrales de vegetación natural que sirvan como cortinas rompevientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agrícolas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CS03	La utilización de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas, considerando sus efectos sobre la salud humana y la peligrosidad de su utilización, de acuerdo a los parámetros establecidos por la legislación en materia ambiental.	*La ejecución del proyecto no promueve el uso de plaguicidas, fertilizantes y substancias tóxicas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CS04	Se deberá mantener la cobertura vegetal natural en las zonas con pendientes mayores al 15% que drenen directamente hacia cuencas y cauces tributarios, con el fin de evitar la erosión y arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua.	*De la totalidad del derecho de vía que son 22 m únicamente se afectara con desmonte al centro una franja de 4 m que se usa como brecha de patrullaje y de tendido de los cables de guarda y conductores de manera temporal una vez ejecutada la obra durante la operación no será necesaria dicha zona por lo que se dejara libra para que se recupere de manera natural y en estas zonas adyacentes de reubicaran las especies rescatadas*
Criterios para las actividades de "Turismo alternativo" (CT)		
CT01	En los sitios donde se promueva el turismo alternativo será requerido realizar investigaciones e indicadores sobre el impacto ambiental generado por la actividad turística planeada, así como las medidas de mitigación, compensación y o protección de los ecosistemas en que se encuentren.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT02	Cuando la prestación de servicios de turismo alternativo se efectúe dentro de un área natural protegida, las actividades permitidas se sujetarán al reglamento y plan de manejo respectivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT03	Los programas de manejo para los prestadores de servicio en actividades de turismo alternativo deberán contener, según sea el caso, medidas para el reusó, reciclaje, disposición y tratamiento de residuos y aguas, a fin de no producir impactos negativos, en los ecosistemas propios del lugar.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT04	Para las rutas de turismo alternativo, se deberán buscar rutas que no modifiquen la estructura natural sobre los humedales, ríos, cuerpos de agua y bosques de galería. En el caso inevitable, se deberán colocar alcantarillas que permitan el libre flujo del agua en ambos lados del camino, evitando que en un lado del camino se anegue el agua y en el otro se deseque.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*
CT05	Los proyectos turísticos autorizados de vías generales de comunicación deberán instalar estructuras que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre ambos flancos de la obra terminada, así como la señalización preventiva necesaria para reducir la exposición de la fauna al flujo vehicular.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en este criterio.*

Para dar cumplimiento a los criterios, lineamientos y estrategias de vinculación del proyecto con este programa de ordenamiento ecológico local del municipio El Marqués se aplicara la misma estrategia, medidas, programas y acciones de protección, conservación y compensación y buenas prácticas constructivas de las obras establecidas en la vinculación establecida con anterioridad en el del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), ya que son similares y no queremos ser repetitivos.

III.2. Decretos Y Programas De Conservación Y Manejo De Las Área Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´S) son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Un aspecto también importante es que las ANP'S proporcionan un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.

Éstas 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 y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente,** su **Reglamento**, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANPS) administra actualmente 174 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,334,353 hectáreas.

Su objetivo general es conservar la biodiversidad, permitir la continuidad de los procesos evolutivos y mantener los beneficios que el área presta a su entorno, mediante servicios ecológicos como captación de agua, belleza escénica, captura de bióxido de carbono y otros gases, control de emisión, regulación clima, control de riesgo inundaciones, hábitat para fauna local y migratoria, mediante el establecimiento de una estrategia de planificación, con el consenso de los principales usuarios, que guíe las acciones de protección, haciendo especial énfasis en las especies endémicas y/o que se encuentran con alguna categoría de protección, de acuerdo a la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, y que también fomente el aproveche sustentable de los recursos naturales de la región, en las zonas donde esto sea posible.

Dada la importancia que presentan las ANP`s, resulta trascendental hacer mención de que la trayectoria del proyecto no afecta de manera total, ni parcial la superficie

de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas que se encuentran en el estado de Querétaro o sus estados colindantes.

Cualquiera que sea el caso, la zona del proyecto, como se puede observar en los mapa siguientes, NO afecta alguna de las ANP del estado federales o estatales; siendo el área protegida más cercana la de “El Cimatario”, ubicada a 7.1 km al suroeste del proyecto y decretada como categoría de parque nacional y la estatal denominada El Tangano a 5.1 km al suroeste del proyecto.

El estado de Querétaro cuenta con un registro de 15 decretos de Áreas Naturales Protegidas, de las cuales cuatro son federales, seis son estatales y cinco municipales; éstas se encuentran distribuidas en 13 de los 18 municipios que conforman al estado. Estas áreas decretadas suman una superficie de 434,928.56 hectáreas, que representan casi el 37.21% de la superficie estatal (SEDESU 2018).

Tabla III.18. Áreas Naturales Protegidas presentes dentro del Estado de Querétaro

Áreas estatales						
Nombre del área natural protegida	**Categoría**	**Fecha de publicación de la Declaratoria**	**Municipios**	**Superficie (Has)**	**% Estatal**	**Importancia biológica**
Mario Molina Pasquel "El Pinalito"	Reserva Estatal	7 de febrero de 2003	El Marqués	1592.52	0.14	Las características montañosas del lugar, han estimulado el aislamiento de poblaciones de especies animales y vegetales. La Comisión Nacional de la Biodiversidad define al área como una zona identificada como centro de anidación del Halcón Peregrino. En esta zona se han registrado 270 especies vegetales como: encinos, pinos, cactáceas, helechos, etc. y se reportan 134 especies de vertebrados como: ranas, tortugas, lagartijas, alicantes, cascabel, halcones, colibrís, golondrinas, puma, armadillo, etc.
El Tángano	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	22 de marzo de 2005	Querétaro, El Marqués y Huimilpan	717.68	0.06	En el área se desarrolla vegetación de bosque tropical caducifolio y matorral crasicaule en buen estado de conservación la cual proporciona importantes servicios ambientales como generación de oxígeno, conservación de biodiversidad, captura de carbono e infiltración de agua. Se estima que el área cuenta con 180 especies de flora de las cuales 26 especies tienen algún uso actual (medicinal, ornamental, forrajero y alimenticio) y cuenta con 73 especies de fauna como: cascabel, gavilán, coralillo, etc.
Bordo Benito Juárez	Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población con subcategoría de Parque Intraurbano	13 de febrero de 2009	Querétaro	27.61	0.00	Es un sitio de refugio y descanso para aves acuáticas residentes y migratorias en la parte central de México, albergando casi el 25% de las especies de aves acuáticas migratorias que llegan al territorio nacional. Se registran un total de 19 especies de flora como mezquite, huizache, sauce llorón, entre otros y cuenta con un total de 59 especies de vertebrados en donde el grupo de las aves resulta ser el más abundante.
Montenegro	Zona de Reserva Ecológica	29 de mayo de 2009	Querétaro	546.52	0.05	Es una zona que dota de varios servicios ambientales al municipio de Querétaro y además representa un lugar de esparcimiento y recreación para la población aledaña. Se reportan 143 especies de flora, siendo *Echinocactus platyacanthus* la que se encuentra bajo categoría de Proyección Especial y se registran 10 mamíferos, 12 reptiles y 33 aves, encontrándose siete especies de fauna bajo categoría de riesgo.

Áreas estatales						
Tángano II	Zona de Reserva Ecológica	22 de mayo de 2009	Huimilpa y El Marqués	137.59	0.01	Esta zona ayudará a dar continuidad a la vegetación y permitirá la movilidad de la fauna, evitando la fragmentación de los ecosistemas que se presentan en el Área Natural Protegida "El Tángano". En cuanto a flora se enlistan 180 especies y para fauna 12 especies de anfibios y reptiles, 54 de aves y siete de mamíferos.
Peña de Bernal	Paisaje Protegido	5 de junio de 2009	Ezequiel Montes y Tolimán	263.91	0.02	La Peña de Bernal es una formación ígnea intrusiva única en el país conocida como Tonalita y es la tercera más grande del mundo, es un atractivo turístico que permite el mantenimiento de la economía del pueblo de Bernal y que provoca una derrama económica para toda la Región, además tiene un valor cultural y escénico para la población de Bernal. Podemos encontrar Nopales (*Opuntia*), Garambullo (*Myrtillocactus*), Mezquite (*Prosopis*), Huizaches (*Acacias*), etc. y se han registrado 65 especies de las cuales 5 reptiles y 6 de mamíferos se encuentran en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

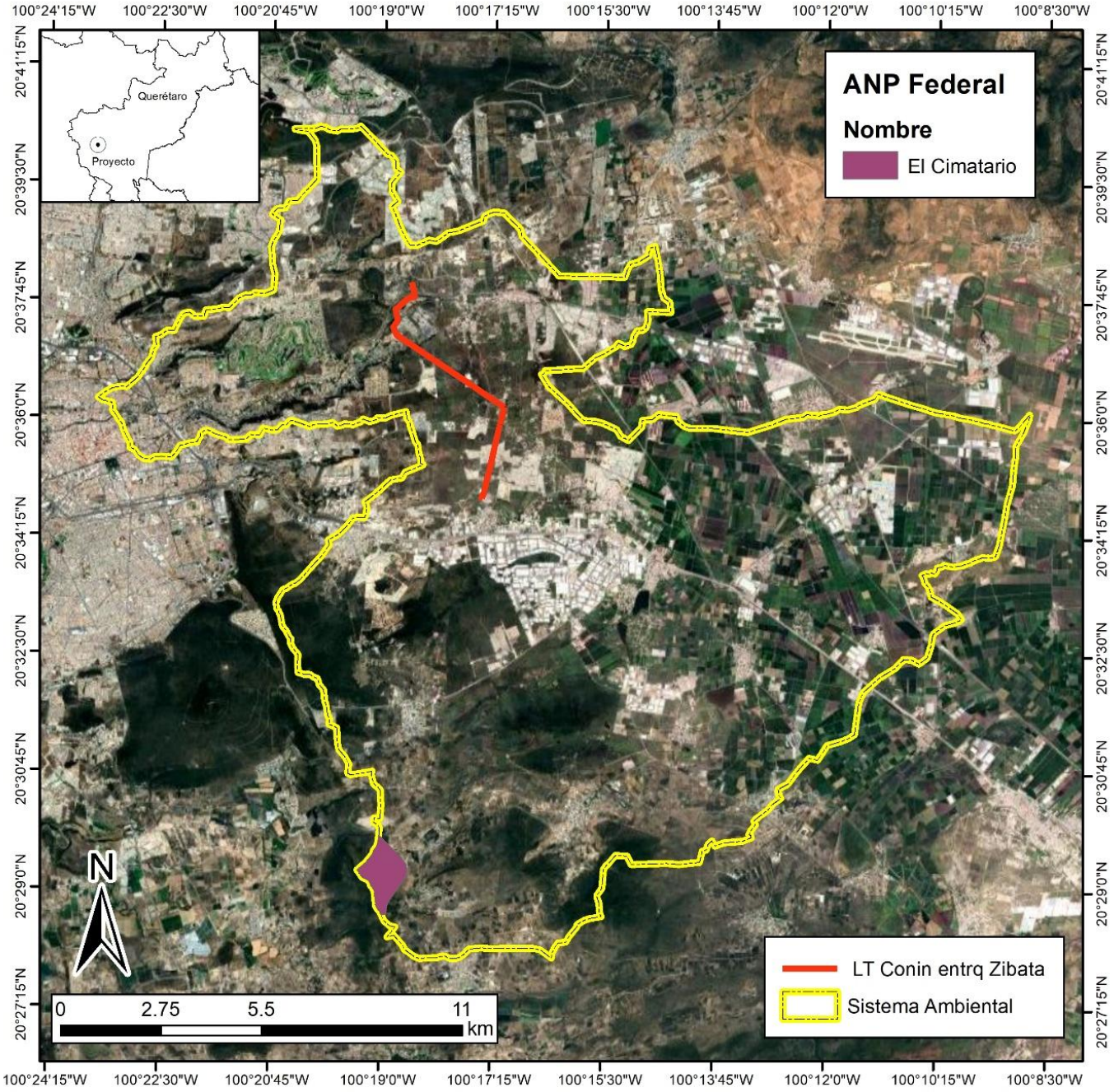
Áreas municipales						
Nombre del área natural protegida	Categoría	Fecha de publicación de la Declaratoria	Municipios	Superficie (Has)	% Estatal	Importancia biológica
Zona Occidental de Microcuencas	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	30 de agosto de 2006	Querétaro	12234.05	1.05	El área corresponde al 45% de las áreas de muy alta infiltración del municipio de Querétaro, tiene una riqueza de flora importante hay bosque de encino conservado y se localizan 16 sitios arqueológicos de particular riqueza histórica y cultural y esta zona brinda servicios ambientales. Para el área se registran 226 especies de flora de las cuales 4 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en cuanto a fauna se registran 120 especies.
Jurica Poniente	Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población con subcategoría de Parque Intraurbano	25 de septiembre de 2006	Querétaro	224.11	0.02	El área constituye la zona de salvaguarda de los centros de población cercanos contra las avenidas pluviales que han generado afectaciones por los fenómenos hidrometeorológicos recientes, es un área de esparcimiento para la población local, refugio de fauna y es una zona potencial para reforestar e incrementar la superficie de áreas verdes urbanas a futuro. En el área se encuentran ejemplares que pertenecen al matorral crasicaule, así como vegetación riparia en las cercanías a los cauces. Se reportan 13 especies de flora y en cuanto a fauna para la zona se reporta una especie de pez, una de anfibio, 15 de reptiles, 48 de aves y 16 de mamíferos.
Cañada Juriquilla	Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población con subcategoría de Parque Intraurbano	19 de mayo de 2009	Querétaro	22.06	0.00	Debido a la capacidad de infiltración de agua que presenta la fisiología de la zona, así como a los diversos servicios ambientales que proporciona; es muy importante la conservación de esta área. Para esta zona se han reportado 22 especies de flora de las cuales dos se encuentran bajo categoría de riesgo y se tienen registradas 59 especies de vertebrados terrestres en el área.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO					
Régimen	Nombre	Categoría	Municipios	Superficie (ha)	% Estatal
ÁREAS FEDERALES (4)	Sierra Gorda	Reserva de la Biósfera	Arroyo Seco, Jalpan, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Peñamiller	383,567.44	32.82
	Cerro de las Campanas	Parque Nacional	Querétaro	3.80	0.00
	El Cimatario	Parque Nacional	Querétaro, Corregidora y Huimilpan	2,447.87	0.21
	Zona Protectora Forestal	Área de Protección de Recursos Naturales	San Juan del Río y Amealco	23,255.00	1.99

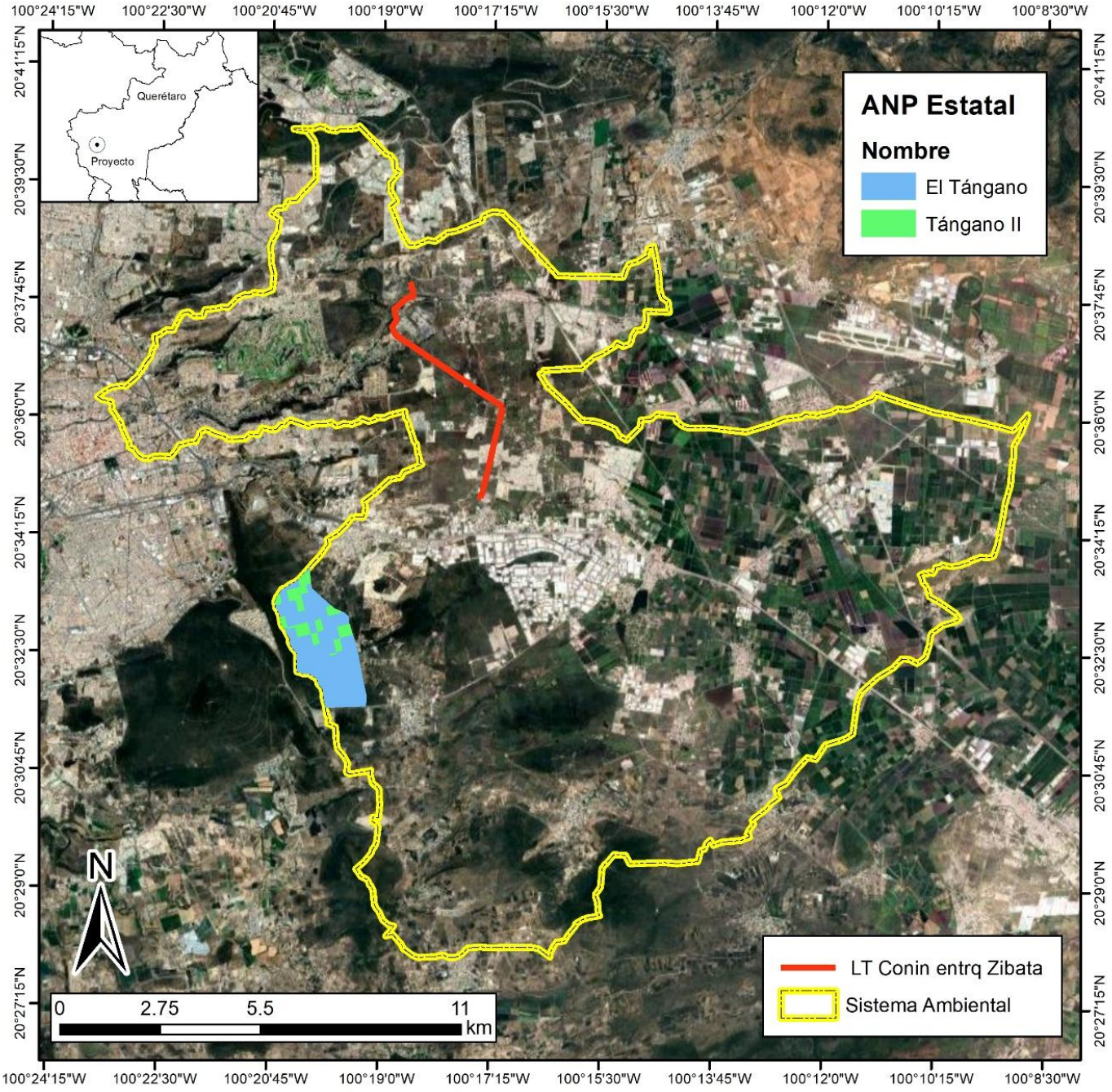
Fuente: http://www.queretaro.gob.mx/gobierno/compromisos/compromisos10.pdf
http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/info/tam/'G 2.1'!A1 a/ Por decreto del 29-10-1986 se consideró Área de Protección de Recursos Naturales, a partir del Decreto del 16-07-2002, la categoría de manejo es Santuario.



Figura III.4. Ubicación de las ANP`s del estado de Querétaro



Mapa III.6. Ubicación de las ANP`s federales dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto



Mapa III.7. Ubicación de las ANP`s estatales dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto

- ***Regiones Prioritarias para la Conservación (CONABIO).***

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, ya que permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. Su importancia radica en la premisa de incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO, 2008).

En México la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es la encargada desde 1996 de identificar aquellas regiones prioritarias para la biodiversidad. Mediante sendos talleres de especialistas, se han definido las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos; todo ello considerando los siguientes ámbitos (tabla III.8.) (CONABIO, 2008):

1. Ámbitos Terrestres (**Regiones Terrestres Prioritarias**).
2. Ámbitos Marinos (**Regiones Prioritarias Marinas**).
3. Ámbitos Acuáticos Epicontinentales (**Regiones Hidrológicas Prioritarias**).

Tabla III.19. Se describen a grandes rasgos el número y características de las regiones definidas para el territorio mexicano.

Regionalización	No. Total en México	Criterios de regionalización
Regiones Terrestres Prioritarias|	152	Por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación (Arriaga et al., 2000).
Regiones Prioritarias Marinas	70	Por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad (Arriaga et al., 2008).
Regiones Hidrológicas Prioritarias	110	Por las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas dentro de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país (Arriaga et al., 2002).

Así mismo la CONABIO junto con diversas organizaciones nacionales e internacionales han establecido de manera regional (desde 1997) las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, pretendiendo ser entre muchos otros objetivos, una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. El listado completo incluye un total 230 AICAS, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union) (CONABIO, 2004).

De acuerdo a la ubicación del proyecto y los límites publicados de manera oficial para las RTP, RHP y AICA en México, se confirma a continuación la distribución del mismo fuera o dentro de alguna de ellas, no tomando en cuenta las RPM, ya que como su nombre lo indica implica a ecosistemas marinos, no aplicable al ecosistema del proyecto.

- **Áreas de Importancia de Conservación de las Aves (AICA´s).**

El primer programa de AICA's (IBAs en inglés) fue iniciado por *BirdLife International* en 1985 en Europa. Esta iniciativa fue la respuesta a una petición de la actual Unión Europea de producir una lista de sitios prioritarios a proteger en el Viejo Continente. Reconociendo que estas investigaciones suponían una poderosa herramienta para la conservación, *BirdLife International* puso en marcha una iniciativa para identificar y recabar datos sobre los sitios más importantes para la avifauna a través del continente europeo. En 1989 se publicó el documento *Important Bird Areas in Europe*, hecho que marcó el nacimiento del concepto AICA y que constituye un hito en la evolución de la estrategia de *BirdLife Partnership* para la conservación de aves en Europa. Hoy día, el programa se ha extendido a 90 países de seis continentes, con ejemplos exitosos en términos de logros en conservación en varios de ellos.

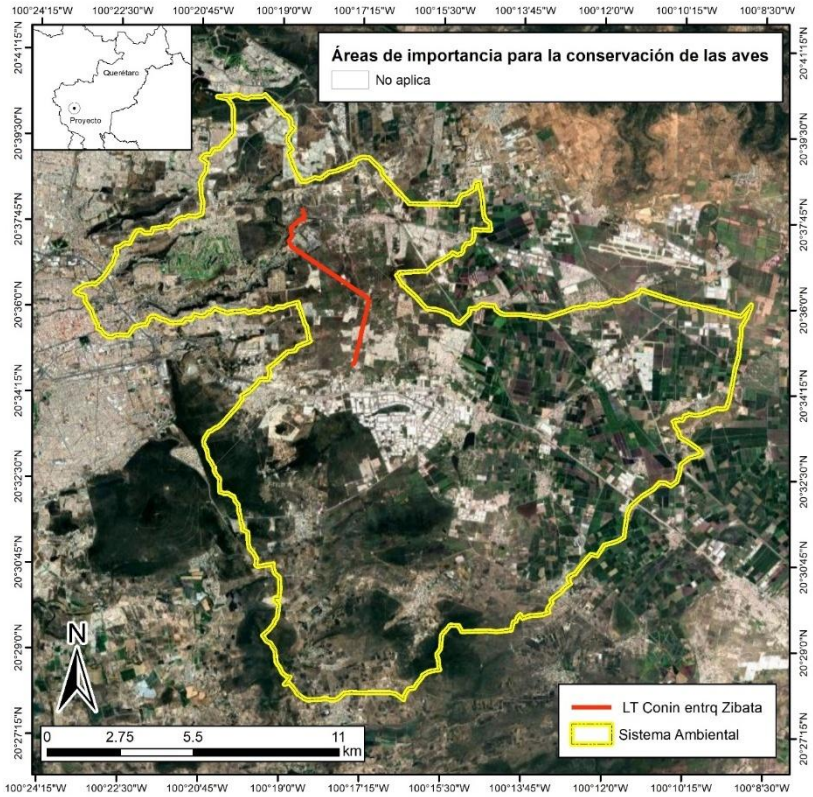
Conscientes de las excelentes oportunidades para la conservación y protección jurídica de las aves que el concepto AICA suponía, BirdLife ha puesto en marcha programas AICA en todo el mundo, aplicándose en México desde 1996. Los criterios para la designación de un sitio AICA corresponden a cuatro categorías básicas:

- Protección de especies amenazadas mundial o nacionalmente.
- Protección de especies de distribución restringida (como las especies endémicas).
- Protección de especies que se reproducen única o principalmente en un bioma determinado.
- Protección de congregaciones de especies, tales como colonias de aves marinas en anidación.

Un AICA provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación. Cada AICA contiene un perfil técnico que incluye su descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente, contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes.

Por lo anterior y conscientes de la importancia para la conservación y protección de las aves, resulta trascendental mencionar que la obra proyectada no afectará en forma total, ni parcial las superficies de ninguna de estas áreas.

El área del proyecto que se pretende realizar, no se ubica dentro de alguna AICA´s. Se observa que el AICA más cercana al Proyecto, es el área de importancia para la conservación de las aves denominada **El Zamorano (AICAS-136)** a una distancia de 29.7 km al noreste del proyecto en estudio, (mapa III.8).



Fuente: CONABIO, www.conabio.gob.mx

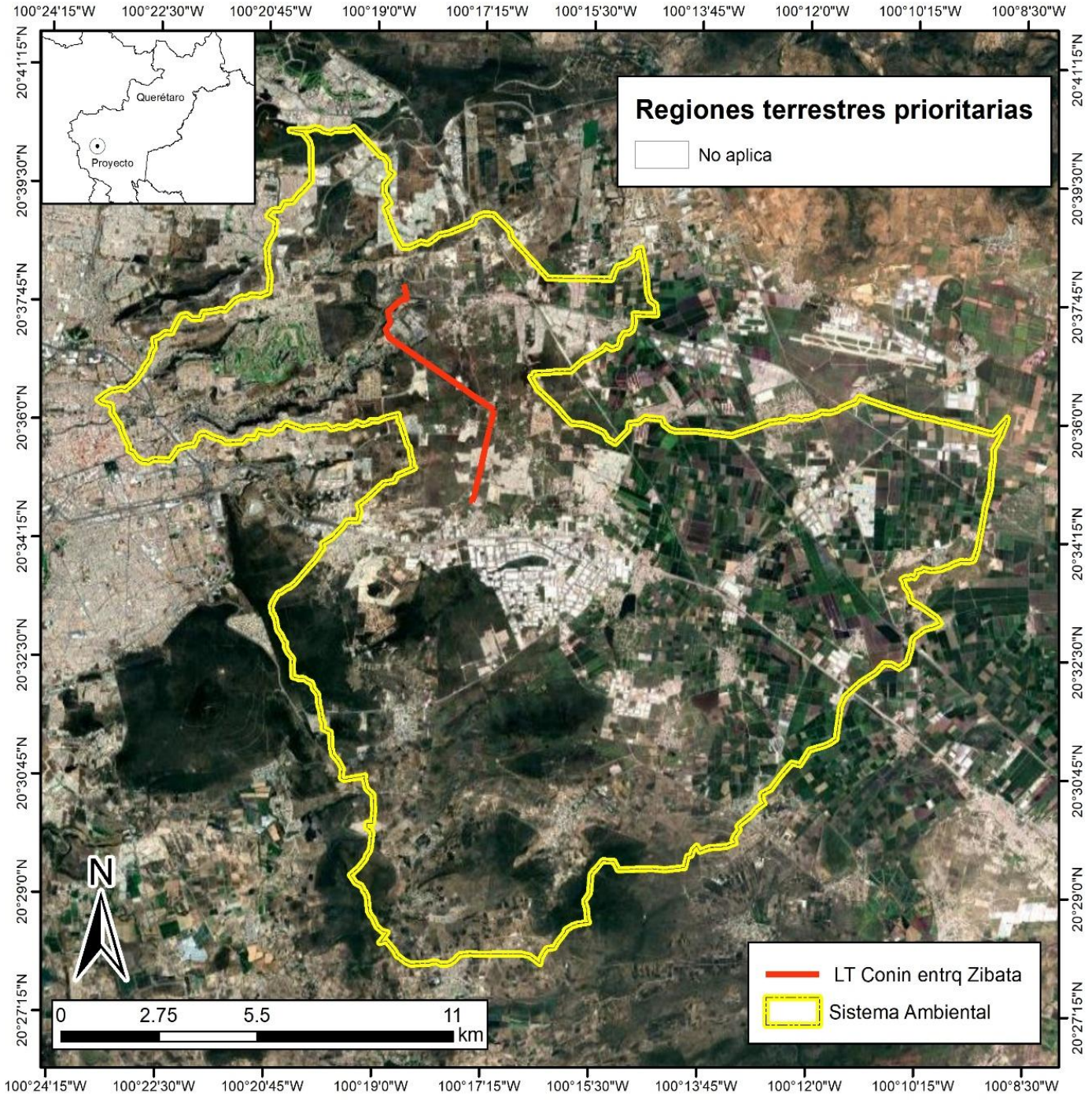
Mapa III.8. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) cercanas al proyecto eléctrico.

- ***Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)***

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Descritas por iniciativa de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), tienen como propósito contribuir a integrar una agenda que otorgue dirección a la inversión que las agencias nacionales e internacionales financian en apoyo a las actividades de conservación. De igual forma, este ejercicio se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno, considerándolas bajo algún esquema de conservación y de uso sostenible.

El área del proyecto que se pretende realizar, no se ubica dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria decretada. Se observa que la RTP más cercana al Proyecto, es el **Cerro Zamorano (RTP-103)** a una distancia de 28.1 km al norte del proyecto en estudio, (mapa III.9).

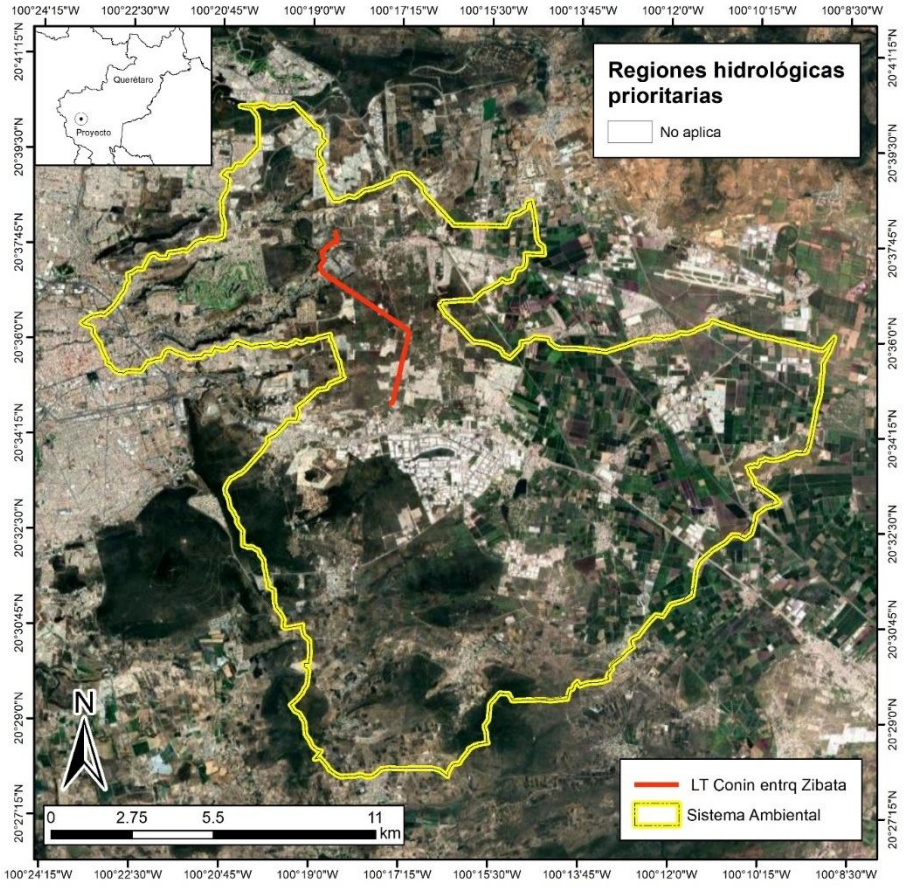


Fuente: CONABIO, www.conabio.gob.mx

Mapa III.9. Regiones terrestres prioritarias cercanas al proyecto eléctrico

- ***Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)***

En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. El área del proyecto que se pretende realizar, no se ubica dentro de alguna Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). Se observa que la RHP más cercana al Proyecto es la denominada **Lagos-cráter del Valle de Santiago (RHP-61)** a una distancia de 37.7 km al suroeste del proyecto en estudio, (mapa III.10).



Mapa III.10. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) cercanas al proyecto eléctrico.

- **Sitios Ramsar**

Conocida también como Convenio RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas. Ramsar es el primero de los tratados modernos de carácter intergubernamental sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales, que está dedicado a un ecosistema, con disposiciones relativamente sencillas y generales.

El énfasis inicial de la Convención fue la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de aves acuáticas, sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y el uso racional de los humedales en todos sus aspectos, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas.

La Convención entró en vigor en 1975, a noviembre de 2010 cuenta con 160 Partes Contratantes con 1904 sitios designados con una superficie total de 186 584 279 hectáreas, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es la Depositaria de la Convención.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 130 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

De acuerdo con este instrumento, las Partes Contratantes designan humedales idóneos de sus territorios para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Estos pueden ser designados con base en su población de peces, en su población de aves acuáticas, por su característica de humedales subterráneos, con base en su flora y en las características específicas de vegetación (turberas de vegetal carbonizado), también incluye superficies artificiales cubiertas de agua, ya sean permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas y extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Las Partes Contratantes se obligan a buscar mantener las características ecológicas de los sitios y darán monitoreo a los humedales produciendo mapas y fichas informativas sobre éstos para describir y determinar sus características ecológicas. Este monitoreo se actualiza cada seis años (cada dos reuniones de la

Conferencia), revisándose así los datos proporcionados. Para tal fin, existe un "Procedimiento de Orientación para la Gestión" dentro del Convenio.

Al respecto cabe señalar que el sitio RAMSAR más cercano a la zona del proyecto en estudio se encuentra a poco más de 84.7 km al suroeste siendo este sitio RAMSAR denominado Laguna de Yuriria incorporado con esta calificación desde el año 2004.

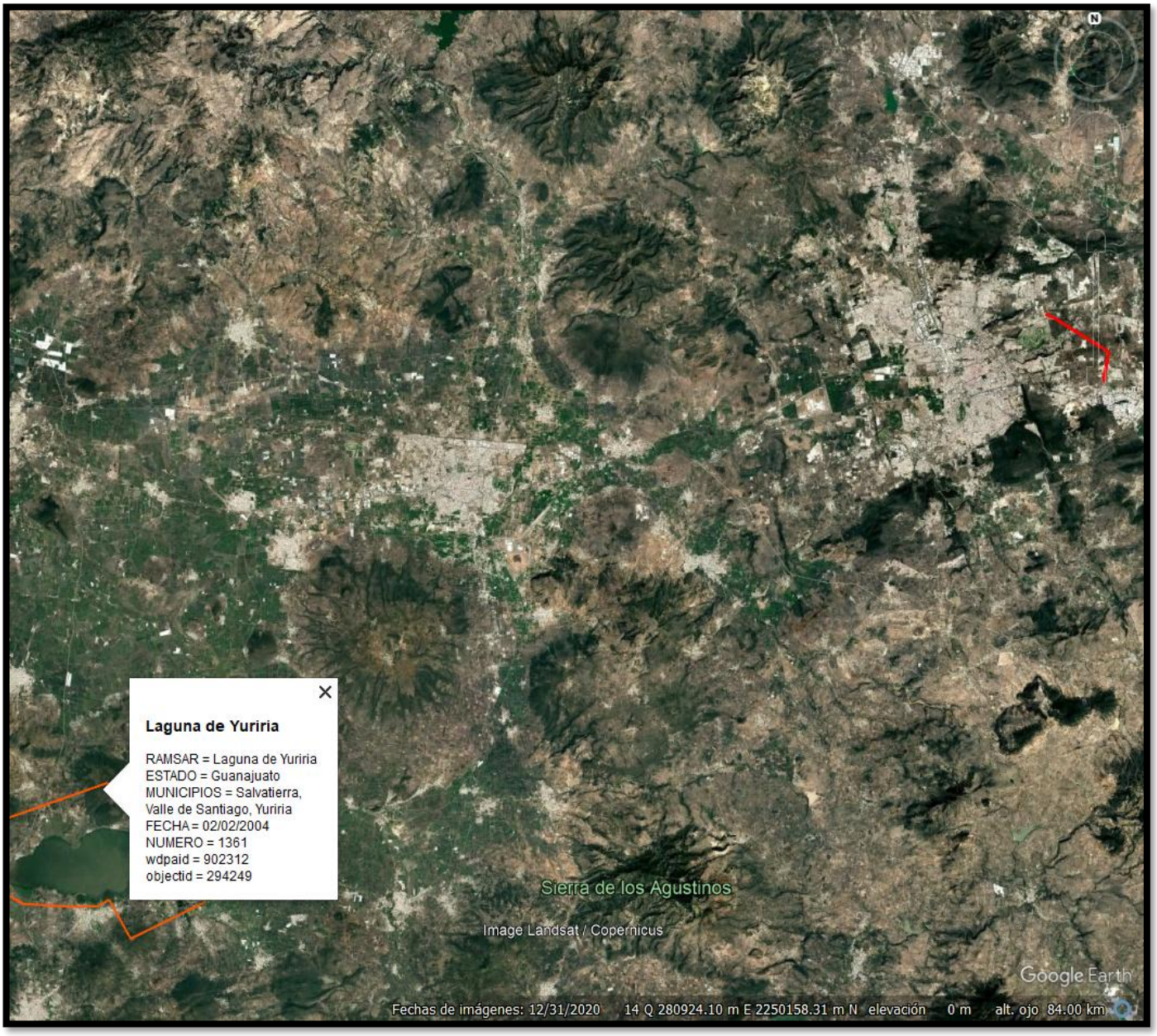


Figura III.5. Sitio RAMSAR más cercano al proyecto denominado Laguna de Yuriria

Vinculación

Se considera que con la construcción y operación del proyecto no se afectaría ni alteraría el patrón actual que guarda este sitio RAMSAR. De esta manera se aclara que la ubicación del proyecto y el sistema ambiental no concuerdan con ningún sitio Ramsar anteriormente descritos, sin embargo, es importante mencionar que el proyecto contempla medidas para la protección y permanencia de los procesos de infiltración como compensación por la afectación de la superficie solicitada para el proyecto de distribución de energía.

- **Sitios Acuáticos Epicontinentales.**

Una de las estrategias para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua. Es en este sentido que la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable[2].

La identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales se hizo en siete grandes regiones hidrográficas (Altiplano, Centro, Golfo de México, Noroeste, Península de Baja California, Península tropical y Península de Yucatán) para asignar valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. Esto se hizo identificando unidades de análisis (hexagonales) de 25 km^2 mediante el uso del programa de optimización MARXAN, que incorpora elementos de importancia de conservación y presión. La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables hidrológicas para las que se definieron metas de conservación que amenazan a la biodiversidad en cada una de las siete regiones ecológicas referidas. Los sitios se clasificaron en tres niveles de prioridad: extrema, alta y media, para cada una de las siete regiones de trabajo con base en la frecuencia de selección de las unidades de análisis. De esta manera, sobre la superficie del **proyecto se encuentra inmerso dentro de una prioridad con prioridad media, dentro de la región Centro** (figura III.6), por lo que en el capítulo VI se describen las acciones de prevención y mitigación para el manejo pluvial de la zona acorde al proyecto que se pretende.

[2] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

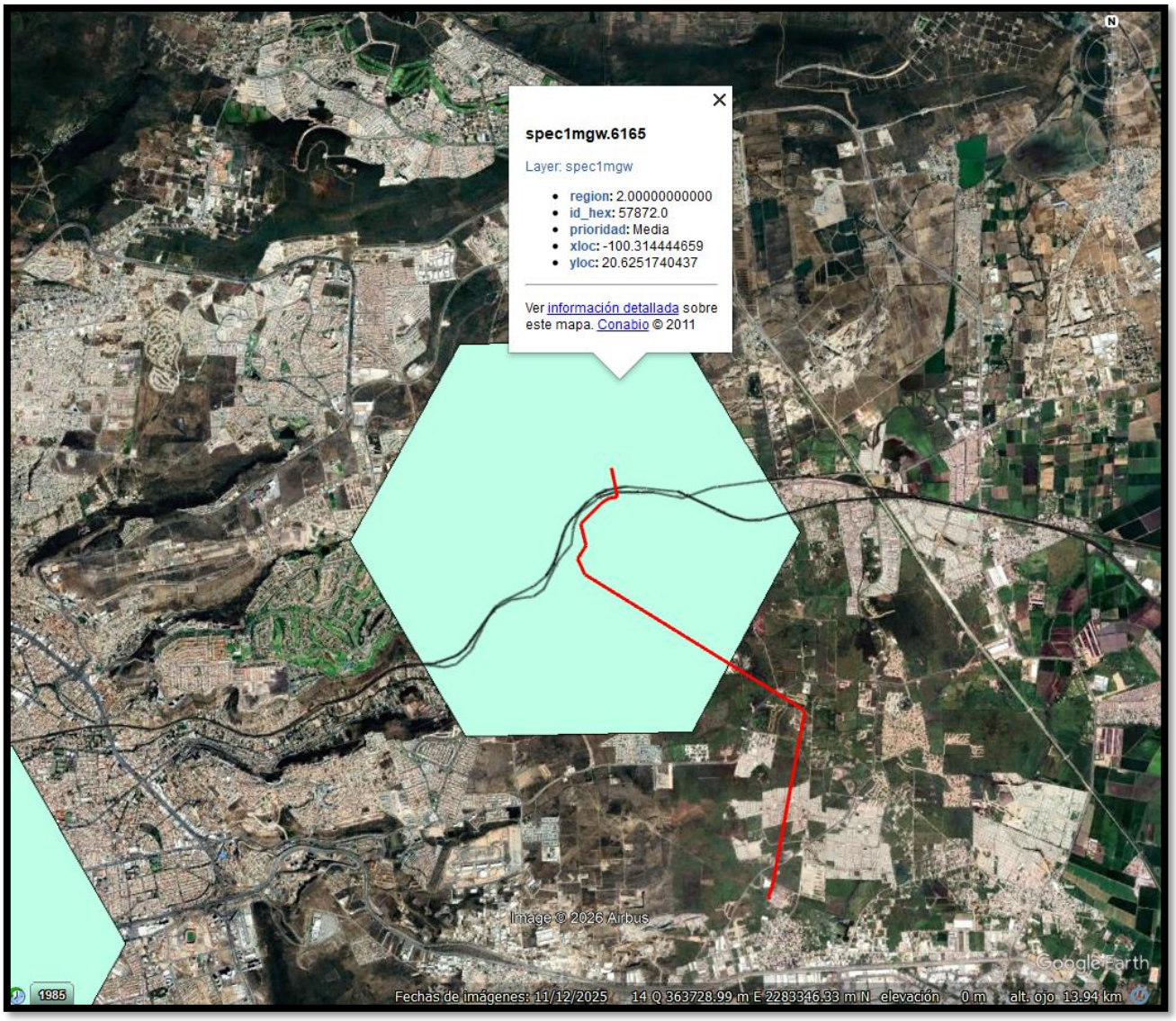


Figura III.6. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios SPAE´s, registrada para la región. Fuente: CONABIO, www.conabio.gob.mx

Así mismo, el desarrollo del proyecto fomenta el pago al fondo forestal mexicano, la implementación de obras de conservación y la infiltración del agua a través de obras de infiltración de agua para evitar los procesos de erosión del suelo. Como parte del estudio se consultó el atlas de riesgo hidrometeorológico, inundación y geológico para determinar la factibilidad de proyecto, además de la caracterización con tres escenarios para proponer obras y medidas que atiendan las necesidades del ecosistema. Todo lo anterior, para garantizar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y para evitar la alteración del ciclo hidrológico.

III.3. Planes O Programas De Desarrollo Urbano

Para mostrar la concordancia del CUSTF para el proyecto en estudio se ha buscado información relativa de los distintos Planes de Desarrollo a nivel Federal, a los planes estatales de gobierno y de largo plazo, que pueden mostrar la pertinencia del proyecto en la región de El Marqués del estado de Querétaro.

Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos

FUNDAMENTO JURÍDICO: Titulo primero, Capítulo I De las Garantías Individuales Artículo 4 Párrafo 5, Artículo 25, Artículo 26 Inciso A, Artículo 27 Párrafo 3, 4 y 5.

Esta Ley Suprema además de establecer que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, determina que los fines del proyecto nacional están contenidos en esta Constitución y determinarán los objetivos de la Planeación, la cual, será democrática; mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al Plan y los Programas de Desarrollo, Por tanto, habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

Asimismo, especifica que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de Regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Por lo anterior, el presente Documento Técnico Unificado (DTU), se hace a la observancia a lo que establece esta Ley Suprema, por ser precursora de las leyes ambientales, tales como, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y Ley General de Vida Silvestre (LGVS), las cuales, son reglamentarias de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sobre 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; siendo así, el proyecto propuesto deberá observar y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son, Planes de Desarrollo, Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial, Leyes, Reglamentos y Normas Ambientales, etc.

Plan Nacional De Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 publicado el Diario Oficial de la Federación el 28/02/2025. El PND 2025-2030 El Plan Nacional de Desarrollo es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse con congruencia al Plan Nacional de Desarrollo.

Los 4 ejes generales integran las 14 Repúblicas que contienen los 100 compromisos del Gobierno:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
2. Desarrollo con bienestar y humanismo.
3. Economía moral y trabajo
4. Desarrollo sustentable.



Estructura del PND 2025-2030

A continuación, se resume el contenido temático de los principales rectores y los cuatro Ejes Generales del Plan.

Principios rectores del plan.

El objetivo del Plan de Nacional de Desarrollo consiste en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo que busca crecimiento económico y sobre todo bienestar. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México, de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.



Ejes generales del PND

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se realiza la Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, en apego a sus Ejes Generales, objetivos y Estrategias en la siguiente tabla:

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

Ejes Generales	Objetivos	Estrategias	Vinculación
GOBERNANZA CON JUSTICIA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA.	República Democrática, Justa, Honesta, Libre, Participativa y Responsable	Una demanda legítima de la sociedad por contar con un gobierno que fomente la participación ciudadana y garantice que las decisiones públicas reflejen el interés general, no el de pequeños grupos de poder. Durante décadas, la democracia se restringió a los procesos electorales, mientras que el diseño de las políticas públicas se realizaba sin la opinión del pueblo. Para revertir esta exclusión, desde el sexenio pasado se han consolidado nuevos mecanismos de democracia participativa, promoviendo el diálogo ciudadano como herramienta fundamental para la transformación de la vida pública. El combate a la corrupción también requiere el fortalecimiento del marco legal y la capacitación de las y los servidores públicos en áreas clave.	Las actividades a realizar por objeto la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no se refiere a la democracia de la sociedad.
	República Segura y Con Justicia	La desigualdad económica, la exclusión social y la falta de oportunidades han sido factores determinantes en la generación de la violencia. Además, la falta de profesionalización y equipamiento de las fuerzas policiales, así como la debilidad en los mecanismos de inteligencia e investigación, han limitado la capacidad de respuesta de las instituciones de seguridad. La política migratoria debe equilibrar la seguridad con la protección de los derechos humanos, asegurando condiciones dignas para las personas en movilidad.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relación con política migratoria.
DESARROLLO CON BIENESTAR Y HUMANISMO	Republica Fraterna.	Es necesario fortalecer una política de bienestar que amplíe la red de protección social y garantice que los recursos lleguen directamente a los grupos prioritarios, sin intermediarios. Esto permitirá que las familias satisfagan sus necesidades básicas de acuerdo con sus prioridades, con especial atención a los grupos vulnerables. La evidencia demuestra que la transición hacia programas universales y la adopción de transferencias no condicionadas no solo atienden la reducción de la pobreza de manera inmediata, sino que también sientan las bases para un desarrollo más inclusivo, equitativo y sostenible.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relación con la protección social.
	República Educadora, Humanista y Científica	El fortalecimiento del Sistema Educativo Nacional es clave para garantizar la justicia social e impulsar el desarrollo del país. La Nueva Escuela Mexicana plantea un cambio profundo en el modelo educativo, basado en el desarrollo integral de los estudiantes, con una visión incluyente, equitativa, comunitaria, humanista y científica. En este contexto, el programa La Escuela es Nuestra	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan

Ejes Generales	Objetivos	Estrategias	Vinculación
		promueve la democracia participativa y empodera a las comunidades educativas para mejorar la infraestructura escolar. La educación debe estar estrechamente vinculada con la ciencia, el humanismo y la cultura para erradicar la desigualdad y transformar a México en un país más justo, equitativo y sostenible.	Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relaciona alguna con el nuevo modelo de Escuela.
	República De y Para Niñas, Niños y Adolescentes	La obligatoriedad de la educación inicial, decretada en la administración anterior, posicionó a México como pionero en garantizar el derecho de todos los niños a este nivel educativo. Los estudios muestran que la educación temprana tiene impactos positivos a largo plazo, mejorando los logros académicos, las condiciones laborales, y contribuyendo a reducir la pobreza, así como conductas antisociales, mejorando la salud mental.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, el proyecto a realizar no tiene relación alguna con la educación temprana en las niñas y niños.
	República Cultural y Lectora	Es necesario continuar fortaleciendo el sistema de compra, abasto y distribución de insumos para la salud a través de la implementación de mejoras tecnológicas, mecanismos de cálculo de la demanda y la homogenización de medicamentos e insumos. Garantizar el derecho a la salud para toda la población mexicana, consolidando y modernizando el sistema de salud con un enfoque de acceso universal, que asegure la equidad en la distribución de los recursos y la calidad de los servicios de salud.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no se refieren a acciones encaminadas con el sector salud y de la población.
	República con Acceso a Vivienda	Establecer un modelo de ordenamiento territorial en el que la vivienda adecuada sea el centro de la planificación del territorio. Esto implica promover la producción de vivienda económica, desacelerar el encarecimiento de suelo, agilizar los procesos burocráticos asociados a la construcción, reducir la especulación inmobiliaria, garantizar la dotación de infraestructura, equipamiento y servicios públicos y mejorar los sistemas de información sobre el mercado de vivienda y el cumplimiento normativo en operaciones inmobiliarias.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no se refiere a la democracia de la sociedad.
ECONOMÍA MORAL Y TRABAJO	República Con Trabajo y Salario Justo	Restaurar el poder adquisitivo de las familias, promoviendo un ambiente laboral sin discriminación y con igualdad sustantiva entre mujeres y hombres. Desde 1996 hasta 2018, fin del periodo neoliberal, el salario mínimo mensual fue inferior al 90% del valor de la línea de pobreza para zonas urbanas, lo que limitó su capacidad para cubrir las necesidades básicas de la población. Durante la década de los ochenta,	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo.

Ejes Generales	Objetivos	Estrategias	Vinculación
		México tenía el tercer salario mínimo más alto de Latinoamérica, pero para 2010, ocupaba el antepenúltimo lugar en la región.	Como parte de la ejecución del proyecto, se generarán empleos directos e indirectos locales de tipo temporal.
	República Rural Justa y Soberana	Busca consolidar la transformación del campo mexicano, impulsando la producción nacional para alcanzar mayores niveles de autosuficiencia alimentaria. Este objetivo se alcanzará mediante el empleo de tecnologías que aseguren la salud, nutrición y procuren la protección del medio ambiente, mientras garantizamos a las personas campesinas el acceso a sus derechos sociales y el respeto a sus derechos laborales.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no involucra la transformación del campo y el empleo de tecnologías que aseguren la salud, nutrición y procuren la protección del medio ambiente.
	República Próspera y Conectada	Busca consolidar un desarrollo económico inclusivo y con bienestar, bajo los principios del Humanismo Mexicano, con un rol activo del Estado. México debe consolidar una autoridad marítima nacional que regule de manera eficiente y brinde seguridad a las operaciones marítimas y portuarias	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no están relacionadas en consolidar un desarrollo económico inclusivo y con bienestar.
DESARROLLO SUSTENTABLE	República Soberana y Con Energía Sustentable	La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Asimismo, la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico debe enfocarse en fortalecer la planeación del sector, garantizar el acceso a electricidad en comunidades sin servicio, modernizar el transporte público con criterios de sustentabilidad y establecer reglas claras para atraer inversión privada	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no tiene relación con la política energética y el uso eficiente de la energía.
	República Que Protege El Medio Ambiente y Sus Recursos Naturales	El cumplimiento de la normatividad ambiental debe fortalecerse mediante una supervisión más estricta, la aplicación efectiva de sanciones y la reparación de daños a ecosistemas y comunidades. Finalmente, el diseño y ejecución de la política ambiental requieren una participación activa de la sociedad. Es fundamental fomentar la educación ambiental, el diálogo multisectorial y la articulación de esfuerzos entre distintos niveles de	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo. Dentro de

Ejes Generales	Objetivos	Estrategias	Vinculación
		gobierno para garantizar la conservación del patrimonio natural y cultural de México.	la evaluación efectuada para el proyecto, en el capítulo VI *del DTU*, se establecen las medidas preventivas y de mitigación, encaminadas al cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables al proyecto.
	República Con Derecho Al Agua	Es fundamental fortalecer y ampliar la infraestructura hídrica, incluyendo la construcción y mantenimiento de acueductos y presas en coordinación con los distintos niveles de gobierno. Asimismo, se deben impulsar proyectos de reciclaje de agua para su uso en riego, minería y recarga de presas, maximizando la reutilización de los volúmenes tratados en las ciudades. Además, se debe promover el uso de tecnologías de desalinización en las zonas con mayor estrés hídrico, garantizando que las descargas de salmuera no afecten los ecosistemas marinos.	Las actividades a realizar para la construcción y operación del proyecto denominado Línea de Transmisión (LT) ubicada en el municipio de El Marqués, Querétaro, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia del Plan Nacional de Desarrollo. Sin embargo, su ejecución minimizará el riesgo de afectaciones al patrimonio de las comunidades asentadas en la zona.

De acuerdo con la vinculación al Plan Nacional de Desarrollo (PND) en lo particular y en lo que respecta a sus tres Ejes Generales, los cuales definen las prioridades del desarrollo integral, la ejecución del proyecto en estudio, y no se contrapone a las estrategias de estos ejes, considerando lo anterior y derivado del análisis de las estrategias ya que ninguna restringe el desarrollo de las obras y actividades que se realizarán en el Proyecto.

Programa Sectorial De Energía 2025-2030

Este Programa Sectorial constituye el instrumento de planeación, rector para orientar los Programas Institucionales de las entidades paraestatales sectorizadas y para alinear la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios; el Programa Especial de la Transición Energética, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, cuyo fundamento se encuentra en la Ley de Transición Energética, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional PRODESEN 2019 - 2033, el Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes, el Programa Nacional de Normalización de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, el Programa de Eficiencia Energética de la Administración Pública Federal de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), así como el Plan de Negocios de Pemex y de CFE.

De acuerdo con lo establecido en este Programa, en la tabla III.21, se enumeran los "objetivos prioritarios" del mismo, los cuales son vinculantes para el desarrollo del proyecto:

Tabla III.21. Vinculación con los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Energía 2025-2030.

Objetivo prioritario	Vinculación
1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.	La construcción de este proyecto contribuye al objetivo de satisfacer la demanda eléctrica de las poblaciones de la zona centro-oriente del País.
2.- Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.	Con el desarrollo de este proyecto se impulsará el desarrollo en el sector privado, debido a que se contará con la suficiencia de energía requerida para la instalación de nuevos proyectos ya sean privados o públicos.
3.- Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.	El proyecto es una Línea eléctrica, la cual utilizará equipos modernos y adecuados para la transformación de energía de alta tensión a media y baja tensión para su uso doméstico
4.- Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.	Con este tipo de infraestructura tan moderna la cual utilizará equipos modernos y adecuados para la transformación de energía de alta tensión a media y baja tensión para su uso doméstico
5.- Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.	Con el desarrollo de este tipo de proyectos se trata de fortalecer la Red Eléctrica Nacional, misma a la cual se interconectará, permitiendo que desde distintas subestaciones transmitir la energía a otras comunidades que no cuenta con dicho servicio o en su caso, mejorarlo para las localidades y ciudades cercanas al proyecto, en este caso la zona centro-oriente del País.
6.- Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.	Con la construcción de este proyecto se fortalecerá el sector eléctrico nacional, lo cual es de suma importancia para el desarrollo del país, principalmente en una zona de tanta importancia como lo es la zona fronteriza con Estados Unidos de América.

Programa De Desarrollo Del Sistema Eléctrico Nacional 2019- 2033 (PRODESEN)

Este Programa plasma la política energética del país en materia eléctrica, cubriendo un horizonte de 15 años, con este instrumento se refleja la política energética y aspectos de la Ley de Transición Energética para fomentar el desarrollo de las fuentes de energía limpia, cumpliendo metas, modernización de la Red Nacional de Transmisión, tecnologías de redes eléctrica inteligentes y mejoras en la flexibilidad operativa. Para comprender mejor la importancia de la vinculación del presente Programa con el Proyecto, es necesario explicar brevemente el concepto de "Consumo bruto".

El consumo bruto se refiere a la integración de la energía eléctrica de ventas del Suministro Básico, Suministro Calificado y Suministro Último Recurso, autoabastecimiento remoto, la importación, la exportación, las pérdidas de energía eléctrica, los usos propios del Distribuidor, Transportista y Generadores (Usos propios autoabastecidos de generación de la Comisión Federal de Electricidad).

En 2019, el consumo bruto nacional del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ascendió a 324,927 GWh, lo que significa un incremento de 2,1 % respecto al consumo de 2018. Las Gerencias de Control Regional (GCR) del Norte del país (Noroeste, Norte, y Noreste) en conjunto crecieron 2,9 %, ocasionado por las altas temperaturas de verano; Baja California tuvo un crecimiento de 0,6 % y el de Baja California Sur de 2,3 %.

En el año 2020 el impacto del COVID-19 en el comportamiento horario de la demanda del Sistema Eléctrico Nacional. A medida que el número de contagios iban en aumento y la implementación de normas sanitarias se volvió más estricta, hubo una repercusión en las actividades tanto comerciales como industriales, provocando una caída significativa en el pico de demanda. Incluso se registran demandas máximas en días hábiles menores a la demanda máxima de un fin de semana del año anterior, y en algunos casos la variación entre la demanda máxima de un día hábil y un fin de semana en los días de contingencia es mínima a diferencia del patrón habitual registrado en años anteriores.

La RNT es la infraestructura que permite conducir la energía eléctrica generada por las Plantas de Generación hasta las RGD y a las grandes empresas; al cierre de 2018 está integrada por 108,018 km de red de la cual 51% son líneas de 161 a 400 kV y 49% de líneas de 69 a 138 kV, con una capacidad de transformación de 113,143 MVA.

Las RGD son la infraestructura que permite suministrar energía eléctrica a las viviendas, pequeñas y medianas empresas y de servicio, a las cuales se debe garantizar el acceso al servicio eléctrico eficiente, de calidad y confiable. Las RGD

en 2018 contaban con una longitud de 838,831 km de circuitos en media y baja tensión, 2,100 subestaciones de alta a media tensión, con una capacidad instalada de 75,151 MVA, 1,489,503 transformadores de media a baja tensión con una capacidad instalada de 55,156 MVA.

Los índices de Calidad y Continuidad SAIDI, SAIFI y CAIDI en 2018 presentaron a nivel nacional los siguientes valores: 26.98 minutos/usuario, 0.50 interrupciones/usuario y 53.76 minutos/interrupción, respectivamente. Las pérdidas en las RGD son de 13.45% lo que representa 31,455 MWh, desglosadas en pérdidas técnicas 5.92% (13,835 MWh) y no técnicas 7.54% (17,621 MWh). (6)

Dentro de la Reforma Energética, en la LIE se decretó que todos los permisos otorgados antes de la reforma deberán mantenerse, incorporando así agentes privados en una forma inequitativa. La Ley, además, obligó a la CFE a crear la filial denominada CFE Intermediación de Contratos Legados para hacer el trabajo operativo y administrativo a quienes son sus propios competidores dentro del mercado eléctrico, alcanzando pérdidas por 7,820 millones de pesos tan solo en 2018. Dichos contratos legados estarán vigentes hasta 2039 lo que, de continuar así, se proyecta que arrojará pérdidas hasta por 160,000 millones de pesos.

La participación de las empresas privadas en el SEN incluye a 255 autoabastecimientos, pequeña producción, exportación e importación; que generaron 45.8 TWh, que representa 14% del consumo nacional.

El MEM inició operaciones en enero de 2016, está todavía en una etapa incipiente de implementación, lo que se ha reflejado en algunos casos en un desbalance energético. No obstante, la existencia de un número creciente de participantes privados, la CFE representa en el mercado, a través de sus EPS y Filiales, casi la totalidad de la demanda y alrededor del 90% de la capacidad de generación del SEN. Lo anterior incluye la representación en el Mercado por parte de la CFE de las Centrales Externas Legadas y los Contratos de Interconexión Legados. Cabe destacar que a la CFE le corresponde representar a los productores privados legados en el MEM.

El nuevo modelo de desarrollo energético debe dar respuesta a la problemática expuesta en el análisis previo, es decir, el logro de la autosuficiencia energética sostenible. Para ello es necesario aumentar las actividades de exploración de hidrocarburos, incrementar la infraestructura de hidrocarburos y petrolíferos y de capacidad de procesamiento en las refinerías, con la finalidad de disminuir la dependencia de importaciones y satisfacer la demanda de la economía mexicana con producción nacional, para reforzar la seguridad energética del país; así como para aumentar la generación de energía eléctrica, en particular con energías limpias, incorporándolas de forma ordenada a la matriz energética nacional y

cumplir con los compromisos y metas establecidas en la LGCC, así como con la LTE en materia de cambio climático y reducción de emisiones.

Mientras tanto la evolución de la producción de energía eléctrica estimada de 2020 a 2034 seguirá siendo predominante el consumo de gas natural, con una incorporación gradual y ordenada de la participación de más Energías Limpias, loa anterior con el objetivo de cumplir las metas establecidas, privilegiando la Confiabilidad en el SEN ante la intermitencia de las renovables.

En el proyecto que nos ocupa, este instrumento hace énfasis y aclara que en el tema de generación *"por tratarse de una actividad en régimen de competencia, los Programas Indicativos para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) no serán directamente vinculatorios*"; sin embargo, el desarrollo y construcción de nuevas Centrales de Generación dependerá, además de los pronósticos de demanda entre otros aspectos, de los diversos parámetros que se materialicen como resultado del PIIRCE (tamaño, ubicación, tecnología, fecha indicativa de entrada en operación de las Centrales Eléctricas, etc.). No obstante, se vinculó este instrumento de planeación energética ya que el CENACE realiza un diagnóstico operativo respecto a la generación, el cual indica entre otras cosas que es evidente que en esta región existe un incremento a la demanda de energía eléctrica tal y como se ha mencionado con antelación, esto probablemente se deba al desarrollo naciente que existe en esta zona, el cual es de suma importancia para los habitantes de la región debido a la generación de empleos, por ello el presente Proyecto contribuirá aumentando la capacidad de generación de energía para el despacho de esta a los diferentes sistemas de interconexión existentes, sumando así esfuerzos para el desarrollo sostenible en esta región fronteriza del país.

Plan estatal de desarrollo Querétaro 2021 – 2026

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro, es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad; no de forma definitiva o inamovible, sino como una guía para alcanzar la visión de una sociedad plural. Es el resultado de un ejercicio democrático de análisis de la situación actual de las oportunidades y desafíos que plantea Querétaro, su población y territorio, ante un entorno económico y social de alta complejidad tanto en el plano nacional como mundial.

El presente documento, conjunta y orienta la acción gubernamental y de la sociedad hacia la transformación de la situación actual de la entidad, asimismo se convierte en una herramienta de gestión del desarrollo social, humano, económico y de seguridad y justicia en el Estado, que marca el rumbo a seguir con una visión de largo plazo. Tiene como propósito presentar una radiografía integral de la entidad

en los diferentes sectores, así como el planteamiento estratégico que establecerá el conjunto de objetivos de gobierno, estrategias y las líneas de acción que la administración pública estatal pondrá en marcha para dar cumplimiento a las metas de gobierno.

A partir del procesamiento y análisis de la problemática y de las propuestas recibidas, se identificaron los temas relevantes para el Estado, que permitieron detectar las necesidades prioritarias a atender, validando así el diagnóstico y, en consecuencia, establecer las premisas y prioridades de gobierno, integradas en cinco ejes rectores para impulsar el desarrollo social, económico y político de Querétaro.

Dichos ejes rectores darán dirección a las políticas públicas del Estado que posteriormente se ejecutarán a través de los diferentes programas sectoriales que permitirán impulsar el desarrollo del Estado de una manera integral y sustentable. Cada eje rector agrupa el quehacer de gobierno en función a su propósito principal, para ello se definieron objetivos que describen los motivos fundamentales de la acción gubernamental. Para asegurar el cumplimiento de cada uno de los objetivos de gobierno, se definieron estrategias, que son lineamientos generales de acción a realizarse en áreas de enfoque prioritarias, hacia las cuales varias dependencias de gobierno encaminarán sus esfuerzos para contribuir a su ejecución.

Cada estrategia tiene a su vez un conjunto de líneas de acción, que representan la expresión más precisa para alcanzar los objetivos propuestos. Por su parte, los objetivos de gobierno están alineados al Plan Nacional de Desarrollo, asegurando su contribución al cumplimiento de la política nacional.

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro, se convertirá en un proceso de gestión permanente del desarrollo y avances del Estado, que permitirá dar seguimiento a los resultados esperados en cada uno de los sectores. Asimismo, se concibió como un proceso dinámico que podrá ser actualizado.

El presente Plan contiene los diagnósticos, objetivos, estrategias y líneas de acción que el gobierno pondrá en marcha con el fin último de elevar el desarrollo humano del Estado como realización del bien común.

El Estado se encuentra ante el reto del crecimiento poblacional y económico. Se busca transformarlo en desarrollo humano integral. Hablar de crecimiento poblacional no es lo mismo que crecimiento humano. El crecimiento económico que con el gran esfuerzo de muchos se ha alcanzado en el Estado, aún no se traduce en un desarrollo humano integral para todos.

A partir de la misión y la visión y con base en el análisis de la situación actual, la metodología utilizada en el proceso de consulta, el planteamiento estratégico y la

amplia participación ciudadana, se establecieron los cinco ejes rectores del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro, que definen el rumbo de la administración y que están estrechamente vinculados entre sí.

Eje II. Querétaro Próspero

El desarrollo económico planeado debe ir necesariamente a la par del desarrollo social. Las acciones previstas en este eje deben permitir a la población el acceso a los bienes y servicios, al trabajo digno y al ingreso justo. Se busca fortalecer el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro; un Querétaro sustentable y equitativo, que atienda las vocaciones, condiciones, capacidades y necesidades regionales.

El sector primario que incluye las actividades de agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, representa el 2.2% del PIB en la entidad. El estado cuenta con un gran potencial para el desarrollo productivo y social, el sector agroindustrial destaca por su alta competitividad y productividad, siendo el municipio de Huimilpan uno de los más importantes en la producción a nivel estatal.

Objetivo de Gobierno

Impulsar el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro de la población queretana a través de atender de manera sustentable las vocaciones y necesidades económicas regionales.

Estrategias y Líneas de Acción

Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones del Estado de Querétaro. Líneas de Acción:

• Estimular el crecimiento y permanencia de los clústeres existentes en el Estado.
• Impulsar mecanismos de fomento a la inversión y generación de empleo en la entidad.
• Fortalecer la integración de las cadenas productivas de la entidad con los diferentes sectores económicos en el entorno nacional e internacional.
• Impulsar el desarrollo de proyectos productivos de acuerdo con la vocación regional del Estado.

Vinculación. El proyecto propuesto favorece en crecimiento local y regional, mediante la generación de empleos directos e indirectos, incremento de actividades en la zona que ocasionará una mayor demanda de recursos a nivel local y como consecuencia una derrama económica directa e indirecta e independiente por la generación de nuevos proyectos. De madera general la ejecución del proyecto

contribuye al desarrollo y fortalecimiento del sector económico (sector primario) y ser una posible atracción para nuevos inversionistas nacionales y extranjeros.

Planes de desarrollo municipal

El Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos otorga poder al Municipio para administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano (Fracción V), lo que implica que dicha Autoridad tiene a cargo las funciones de autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo en el ámbito de su competencia y dentro de su jurisdicción.

ARTICULO 115.

V.- Los Municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:
a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

Sobre este respeto, en relación a la zonificación de los usos de suelo en los municipios involucrados, toda vez que la mayoría de estos no cuentan con un mapa que muestre los destinos del suelo para la superficie de afectación que promueve la construcción del proyecto, por ubicarse en zona rural, se hace mención que la promovente optó por solicitar en fecha reciente la anuencia de no interferencia, o en su caso, los lineamientos a cumplir para obtener la licencia de construcción ante cada una de las administraciones involucradas en la trayectoria y predio del proyecto, obteniéndose como respuesta de estas.

Plan Municipal de Desarrollo El Marqués.

- Desarrollo social incluyente y mejora de la calidad de vida de la población
- Reconstrucción de un entorno seguro

- Economía dinámica, sostenible, que promueve la inversión e impulsa la competitividad
- Desarrollo urbano y prestación eficaz de los servicios públicos
- Gobierno cercano, de resultados, eficiente, transparente, honesto y de respeto al estado de derecho

El plan Municipal de Desarrollo El Marqués presenta los siguientes ejes rectores:

El proyecto se vincula con el eje rector Desarrollo urbano y prestación eficaz de los servicios públicos mediante el programa 4.1 Fortalecimiento de la planeación urbana, numeral 4.1.2 Modernizar equipamiento urbano.

Vinculación

Para el desarrollo económico de las poblaciones se hace necesario el contar con la infraestructura necesaria, entre esta se encuentra la energía eléctrica, sobre todo cuando se pretende fomentar el desarrollo económico y social en el estado, es importante notar que el proyecto se enmarca dentro del mismo puesto que coadyuva a el logro del desarrollo económico, y del desarrollo de la microrregión. La implementación del presente proyecto promoverá directamente el desarrollo del sur del municipio de El Marqués, lugar donde se llevan a cabo actividades educativas, pero a su vez al ser una zona conurbada y estar tan relacionada con el municipio de El Marqués, este desarrollo impacta en el crecimiento del empleo en la región. Por ende este proyecto es significativo para esta región por ser un detonante y un promotor del crecimiento económico.

III.4. Otros Instrumentos

III.4.1. Leyes Y Reglamentos Federales

Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente

Tabla III.22. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo	Vinculación
SEMARNAT-09-007-B.- Dentro del Registro Federal de Trámites y Servicios, registrado por la SEMARNAT con la homoclave SEMARNAT-09-001-B y el nombre oficial del mismo es "Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Modalidad B", tiene su fundamento jurídico en el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la SEMARNAT. Las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes.	Se pretende obtener un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización de impacto ambiental para las obras y/o actividades que se van a someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto en estudio, se encuentran señaladas en la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA y se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
Art 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: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	A la par del presente documento técnico unificado del trámite de cambio de uso de suelo forestal, se ingresará para su dictaminación, el DTU de este proyecto.
Art 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	A la par del presente DTU, se ingresará para su dictaminación.

Artículo	Vinculación
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.	
Art. 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Se llevarán a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para reducir y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes móviles que se utilicen en el proyecto, tanto en la construcción como en la etapa de operación y mantenimiento.
Art. 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	Se realizará un manejo adecuado de todos los residuos que se generen, de acuerdo con las medidas de prevención y mitigación planteadas en el presente estudio.
Art 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con 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, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.	Siempre que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que el proveedor de dichos servicios cuente con las autorizaciones respectivas por parte de la Secretaría. Al mismo tiempo, como generador de residuos peligrosos, se deberá realizar el registro correspondiente ante la delegación de la Secretaría en el estado de Querétaro.
Art. 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a	Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y contaminación visual; se atenderá a lo establecido en esta ley y las que resulten aplicables, cumpliendo con los límites establecidos en las mismas, llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos perjudiciales de dichos contaminantes.

Artículo	Vinculación
cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación De Impacto Ambiental.

Tabla III.23. Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Artículo	Vinculación
Art. 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: K) Industria eléctrica: I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menos o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales. 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.	A la par del presente DTU del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal modalidad B - Regional, se ingresará para su dictaminación, el documento técnico unificado de este proyecto.

Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

Tabla III.24. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación
Art. 2.- En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas; IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;	Durante la ejecución del Proyecto deberá prevenirse y minimizarse la generación de residuos, así como su liberación al ambiente y transferencia a otros sitios. Al mismo tiempo deberá asumirse el costo de su manejo. Se instalarán contenedores para los residuos sólidos urbanos, los residuos de manejo especial se dispondrán de acuerdo con lo establecido por el gobierno del estado de Querétaro, mientras que los residuos peligrosos se manejarán de acuerdo a lo estipulado en la normatividad vigente y se dispondrán con prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones correspondientes de SEMARNAT y SICT para el caso del transporte.
Art. 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Se determinarán la clasificación de los residuos como peligrosos al momento del registro como generador ante la Secretaría.
Art. 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.	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos deberá ser conforme a los que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.
Art. 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Se reitera el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo que estipula la presente Ley, tanto por parte del generador, como del gestor que en su caso se contrate para el transporte y disposición final.
Art. 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.	Siempre que se contraten los servicios de alguna empresa o gestor autorizados para el manejo y disposición final, se deberá corroborar que dicha empresa o gestor cuente con las autorizaciones respectivas y vigentes emitidas por la Secretaría.

Artículo	Vinculación
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.	
Art. 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta 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 representar 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.	Como generador de residuos peligrosos, éstos se deberán identificar, clasificar y manejar de acuerdo a lo dispuesto por esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables. Las instalaciones donde se hubieren generado los residuos, así como en su caso los almacenes temporales de los mismos deberán quedar libres de residuos peligrosos y de toda contaminación que pudiera representar un peligro a la salud, una vez concluido el proyecto.
Art. 48.- Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será muy por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligroso que genera, debidamente embalados, a el centro de acopio autorizados, así mismo deberá registrarse ante las autoridades competentes.

Artículo	Vinculación
Art. 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.
Art. 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Y deberán ser manejados y dispuestos como tales cuando ya no se utilicen.
Art. 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	En caso de que se almacenen residuos peligrosos de forma temporal antes de su traslado a un centro de acopio o de su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto; dicho almacenamiento deberá cumplir con las características que menciona el presente artículo.

Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

(Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006)

A continuación se cita el ***Artículo 2***, fracción II, XVII y XIX.

Artículo 2.- *Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:*

II. Acopio, acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo;

XVII *Recolección, acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral*;

XIX *Relleno sanitario, instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial*,

Bajo este criterio se pone de manifiesto que el material resultado del desmonte será acopiado dentro del predio del proyecto en estudio en cuestión, para posteriormente utilizarlo en el recubrimiento del suelo en las inmediaciones del proyecto. Por su parte los residuos resultantes del proceso de construcción serán acopiados en los frentes de obra para posteriormente destinarlos a los rellenos sanitarios de acuerdo con las autoridades correspondientes.

Ley General De Vida Silvestre

Tabla III.25. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Vinculación
Art. 4.- Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Se respetará a la vida silvestre en el área del proyecto, se contempla la realización de programas de rescate, así mismo durante la ejecución del proyecto se concientizará al personal en este tema.
Art. 29.- Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.	En caso de encontrar un ejemplar de vida silvestre, se deberá dar un trato digno y respetuoso al mismo, y en su caso recurrir a las medidas de rescate establecidas en el presente estudio.

Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla III.26. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo y descripción	**Vinculación**
Artículo 7, fracción VI. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;	El desarrollo del proyecto requiere de la remoción de vegetación en terrenos forestales a fin de realizar la actividad de conducción y transmisión de energía, por lo que se considera que la solicitud que se presenta en este documento se ajusta a la definición de "cambio de uso de suelo" dispuesta por la presente Ley dando cumplimiento con lo requerido en el presente instrumento.
Artículo 14, fracción XI. Son atribuciones de la Federación: XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	El procedimiento para obtener la autorización del DTU-CUSTF consiste en presentar los elementos de evaluación necesarios para la autorización del Proyecto ante Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como dependencia del Poder Ejecutivo Federal, en estricta observancia a lo dispuesto por el artículo en comento.
Artículo 10, fracción XXX. La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones: XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.	El DTU-CUS pretende demostrar a las autoridades federales correspondientes que el proyecto puede ser desarrollado ajustándose a las disposiciones jurídicas y normativas que le apliquen. Este estudio presenta evidencia de que no se compromete la biodiversidad de la superficie en donde pretende realizarse el CUSTF, los indicadores adquiridos (índices de diversidad para vegetación y para fauna) permanecen sin alteración, además que no se modifican los valores de calidad y de captación del agua, asimismo, no se provocan alteraciones en los índices de erosión de suelo, de acuerdo con los cálculos y estimaciones realizadas, que pueden encontrarse en los capítulos III, IV, VI y VII del DTU". Cabe mencionar que en la Cuenca Hidrológico Forestal (CHF), no se ve alterada con el desarrollo del proyecto.
Artículo 32, fracción I. Son criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, los siguientes: I. Orientarse hacia el mejoramiento ambiental del territorio nacional a través del manejo forestal sustentable, para que contribuyan al mantenimiento del capital natural y la biodiversidad, la calidad del entorno de los centros de población y vías de comunicación y	Este artículo se enfoca en mejorar la calidad ambiental del territorio nacional, lo cual a primera vista pudiera contraponerse con lo requerido para el desarrollo del Proyecto, debido a que se requiere de la remoción de vegetación en terrenos forestales a fin de realizar el cambio de uso de suelo, sin embargo si se considera que actualmente en el sitio del proyecto se realizan actividades ganaderas

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo y descripción	**Vinculación**
que, del mismo modo, conlleve la defensa de los suelos y cursos de agua, la disminución de la contaminación y la provisión de espacios suficientes para la recreación.	extensivas así como actividades agrícolas que impactan de forma negativo a los ecosistemas forestales, pues para la implementación de estas áreas es necesaria la apertura de grandes extensiones que, en muchos casos, presentan suelo con características idóneas para llevar a cabo actividades agropecuarias. Se puede considerar a la actividad de conducción, transmisión y distribución de la energía eléctrica planteado en el presente proyecto, en comparación con la actividad agrícola y ganadera que se desarrolla en la región, no requiere de la apertura de grandes extensiones de tierra para su funcionamiento, pues al comparar la superficie de agricultura y ganadería que existe en el país, contra la superficie del proyecto, así como obras eléctricas, la derrama económica de las segundas es mayor en proporción a la superficie requerida para dicha actividad. Estas acciones sirven para disminuir la presión sobre los elementos bióticos y abióticos de la zona, y con ello mejorar la calidad ambiental del entorno al implementar programas de rescate de individuos, así como el pago al Fondo Forestal Mexicano, fomentando la restauración de ecosistemas prioritarios que existen dentro de nuestro país.
Artículo 32, fracción VI. La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.	Los elementos descritos en el DTU-CUSTF, demuestran que el desarrollo del proyecto no compromete la integridad física del sitio, ni su capacidad productiva, ni modifica las tasas de erosión o degradación del sitio, en su caso, las mitiga. Así mismo, las medidas de compensación, mitigación y restauración que se aplicarán, ayudarán a que los supuestos relacionados con el presente artículo se cumplan.
Artículo 32, fracción VIII. La captación, protección y conservación de los recursos hídricos y la capacidad de recarga de los acuíferos.	Dentro de la poligonal del proyecto no se encuentran humedales naturales que puedan verse afectados con el desarrollo del mismo, tampoco se encuentran escurrimientos importantes que pudieran verse afectados por las obras proyectadas. Así mismo, las condiciones ambientales del sitio no se ven afectadas por la pérdida de cobertura vegetal.
Artículo 32, fracción IX. La contribución a la fijación de carbono.	Este supuesto se cumple cuando se considera que el seguimiento de las medidas compensatorias,

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo y descripción	**Vinculación**
	permitirá establecer superficies forestales mayores a las que serán sujetas a cambio de uso de suelo
Artículo 32, fracción XI. La conservación, prevención y combate a la extracción ilegal de la biodiversidad de los ecosistemas forestales.	La alteración de un ecosistema genera un desequilibrio en las relaciones tróficas que afecta de forma directa e indirecta a la fauna, por lo cual, es indispensable generar estrategias de acción para mitigar al máximo posible cualquier afectación que pudiese generarse al ecosistema de forma integral. Las especies a las que hace referencia el Artículo anterior, serán protegidas con la aplicación de las medidas de mitigación expuestas en el Capítulo VI del ETJ, así como en los programas de rescate de flora y fauna (anexos).
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	El DTU-CUS brinda elementos a la autoridad competente con la finalidad de demostrar que el desarrollo del Proyecto: □ Que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga. □ Que la erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. □ Que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. □ Además, se demuestra que los usos alternativos del suelo que se proponen tendrán una mayor productividad a largo plazo.

Reglamento De La Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla III.27. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se	Se integra en el presente estudio la información técnica y legal para dar cumplimiento a cada uno de los requerimientos expuestos en el artículo anteriormente mencionado.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital. Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento	
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el	Todos los requerimientos expuestos en el artículo anteriormente mencionado se integran en el DTU.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento. Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.	
Artículo 143. La Secretaría o, en su caso la ASEA, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 140, segundo párrafo, resolverá las solicitudes de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, conforme al procedimiento siguiente: I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá por única vez al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que presente la información o documentación faltante, la cual deberá entregarse dentro del término de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación; II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite; III. La Secretaría o la ASEA enviarán copia del estudio técnico justificativo al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión técnica dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción. En caso de no emitir dicha opinión dentro del plazo establecido, se entenderá que no tiene objeción. En las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, la Secretaría o la ASEA deberán dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate; IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría o la ASEA notificarán al solicitante de la visita técnica al área objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contado a partir de la fecha en que surta efectos la notificación. Al término de la visita técnica se levantará un acta circunstanciada debidamente firmada por el solicitante o por quién este designe y por el personal autorizado por la Secretaría o la ASEA para la realización de la visita, y V. Realizada la visita técnica, la Secretaría o la ASEA dentro de los quince días hábiles siguientes y sólo en caso de que el Cambio de uso de suelo solicitado actualice los supuestos a que se refiere el primer párrafo del artículo 93 de la Ley, determinará el monto de la Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en	El promovente declara su disposición absoluta para entregar e integrar la información adicional solicitada en tiempo y forma tal como lo establezca la autoridad competente para tales efectos

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
el artículo 144 del presente Reglamento. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría o la ASEA haya formulado el requerimiento de depósito ante el Fondo, se entenderá que la solicitud se resolvió en sentido negativo. Cuando en cualquier estado del procedimiento previsto en el presente artículo, se considere que alguno de los actos no reúne los requisitos necesarios, la Secretaría o la ASEA lo pondrán en conocimiento de la parte interesada, concediéndole un plazo de cinco días para su cumplimiento. Los interesados que no cumplan con lo dispuesto en este artículo, se les podrá declarar la caducidad del ejercicio de su derecho, en los términos previstos en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.	
Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.	En el momento en que la autoridad requiera el depósito señalado en este artículo, el promovente se compromete a hacerlo en tiempo y forma, así como presentar el recibo requerido para dar continuidad al trámite.
Artículo 145. La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría o la ASEA asignarán el Código de identificación y lo informarán al particular en el mismo oficio de autorización del Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales.	El promovente se da por enterada y acatará lo establecido en dicho artículo
Artículo 149. Conforme a lo establecido en el artículo 96 de la Ley, los titulares de las autorizaciones de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales deberán presentar: I. Dentro de los primeros treinta días hábiles posteriores al inicio de ejecución de la autorización, un aviso en el cual informen sobre el inicio de la ejecución del Cambio de uso de suelos que les fue autorizado, con relación a lo establecido en la fracción VIII del artículo 141 de este Reglamento, y II. Dentro de los primeros treinta días hábiles posteriores a su conclusión, un informe que contenga la ejecución y desarrollo del Cambio de uso de suelo, de conformidad con lo establecido en la autorización y con relación al contenido de las fracciones VIII, IX y X del artículo 141 de este Reglamento. Sin perjuicio de lo anterior, en los casos en que la vigencia de las autorizaciones sea superior a un año, los titulares deberán presentar informes semestrales sobre la ejecución y desarrollo de lo dispuesto en dichas autorizaciones, con relación al contenido de las fracciones VIII, IX y X del artículo 141 de este Reglamento. Dentro del término de treinta días hábiles siguientes a que se concluya la totalidad de la remoción de la Vegetación forestal presentará el informe de conclusión.	El promovente se da por enterada y acatará lo establecido en dicho artículo

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	
Artículo 150. En caso de que no se efectúe el Cambio de uso de suelo en el plazo establecido en la autorización y que el interesado no solicite la ampliación a que se refiere el artículo 95 de la Ley caducará la autorización.	El promovente se da por enterada y acatará lo establecido en dicho artículo
Artículo 151. Tratándose de modificaciones de la autorización y la superficie por autorizar sea mayor que la previamente autorizada, se deberá determinar el incremento del Depósito por Compensación ambiental. Dicho monto económico se comunicará al interesado conforme al procedimiento establecido para la autorización de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales.	El promovente se da por enterada y acatará lo establecido en dicho artículo
Artículo 152. El monto económico de la Compensación ambiental relativa al Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría o la ASEA considerando lo siguiente: I. Los costos de referencia para Reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y II. El nivel de equivalencia para la Compensación ambiental por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría, en los que se considerará la importancia y características del ecosistema donde se realizará el Cambio de uso del suelo. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación. Los recursos que se obtengan serán destinados a actividades de Compensación ambiental; preferentemente en la Cuenca hidrográfica en donde se haya autorizado el Cambio de uso del suelo o, cuando esto no fuera técnicamente posible, donde la Comisión determine como área prioritaria para la Reforestación. Estas actividades serán realizadas por la Comisión o por terceros con quienes esta convenga.	El promovente declara su disposición absoluta para cubrir el monto económico que le establezca la autoridad competente para tales efectos

Ley General De Cambio Climático

La presente Ley es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, por ende, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico (artículo 1).
Esta Ley tiene por objeto:

- Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de facultades entre los tres órdenes de gobierno en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

- Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. (artículo 2 fracciones I y II).

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

En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

- Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
- Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;
- Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;
- Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;
- Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause (Artículo 26 fracciones I, II, III, IV y VIII).

La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:

- Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático:
- Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;
- Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático. (Artículo 27 fracciones I, II y III).

La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:

- Energía, industria y servicios; (ARTÍCULO 28, fracción V).

De acuerdo con el artículo 29, de las acciones consideradas de adaptación, es vinculante con la fracción VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura.

Para este caso sería la construcción del Proyecto en estudio.

Así mismo el artículo 30 de esta Ley, la cual a letra dice:

Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes.

De estas disposiciones mencionadas las vinculantes al proyecto se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla III.28. Disposiciones para implementar acciones de adaptación al Cambio Climático.

Fracción	Vinculación
XVIII. Fortalecer la resistencia y resiliencia de los ecosistemas terrestres, playas, costas y zona federal marítima terrestre, humedales, manglares, arrecifes, ecosistemas marinos y dulceacuícolas, mediante acciones para la restauración de la integridad y la conectividad ecológicas.	Si bien el proyecto al momento de su construcción genera el impacto de la fragmentación del área con vegetación natural, debido a la remoción de la vegetación en el área del mismo, se llevarán a cabo programas de rescate de flora como una medida de mitigación por la remoción de vegetación que sufra el área del proyecto.

Para el caso de las políticas públicas para la mitigación, el artículo 33 de esta Ley menciona un total de 16 objetivos de estas políticas, de los cuales en el siguiente cuadro se enlistan los vinculantes a este proyecto:

Tabla III.29. Objetivos de las políticas públicas para la mitigación.

Fracción	Vinculación
I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones.	Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además, se deberán mantener en constante mantenimiento y chequeo, para evitar lo mayor posible la afectación al medio ambiente por emisiones.

Finalmente, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 34 que a letra dice:

Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes.

En este caso se enlistan en la Ley un total de VI fracciones, de estas la aplicable al proyecto es la fracción III. Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, de esta fracción se desprenden los siguientes incisos a vincular con el proyecto:

Tabla III.30. Disposiciones vinculables para la reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

Incisos	Vinculación
a) Mantener e incrementar los sumideros de carbono.	Para el proyecto en mención se desarrollará un programa de rescate de flora, dichos individuos rescatados se reubicarán en otras áreas que se encuentren impactadas o desprovistas de vegetación. Resultando de esta forma al menos mantener los sumideros de carbono como en este caso es la vegetación de selva baja caducifolia.
f) Fortalecer el combate de incendios forestales y promover e incentivar la reducción gradual de la quema de caña de azúcar y de prácticas de roza, tumba y quema.	Esta actividad se preverá durante el desarrollo del proyecto, estará prohibido la utilización de fuego para cualquier actividad, así mismo, no se almacenará ningún tipo de sustancia inflamable que pueda resultar en un incidente de este tipo.

Además de cumplir con cada uno de los permisos y autorizaciones en materia ambiental y de cambio de uso de suelo en terreno forestal, en donde se establecen compromisos para llevar a cabo acciones que permitan de alguna manera mitigar todos los impactos ocasionados al ambiente y en su caso, asumir la responsabilidad que de las mismas deriven. De acuerdo a lo planteado en este apartado, el proyecto da cumplimiento a los principios que observa la política nacional de cambio climático.

Ley del Sector Eléctrico

Tabla III.31. Vinculación con la Ley del Sector Eléctrico.

Artículo	Vinculación
Art. 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.	El presente proyecto atenderá dichos principios, así mismo se respetarán los derechos de las comunidades y pueblos de esta región del País.
Art. 118.- La Secretaría deberá informar a los interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura en la industria eléctrica sobre la presencia de grupos sociales en situación de vulnerabilidad en las áreas en que se llevarán a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos.	En el área del proyecto no se encuentran grupos sociales en situación de vulnerabilidad, y las localidades cercanas no se verán afectadas por el desarrollo del mismo.
Art. 119.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria eléctrica, la Secretaría deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan. En dichos procedimientos de consulta podrán participar la CRE, las empresas productivas del Estado y sus empresas subsidiarias y filiales, así como los particulares.	En el área de estudio de este proyecto, no se tienen identificadas localidades indígenas, sin embargo, se está elaborando el Estudio de Impacto Social del mismo, como parte del cumplimiento a la necesidad de consulta pública de este tipo de obras.
Art. 120.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	A la par de este DTU se está realizando la Evaluación de Impacto Social del proyecto, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento.

Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico

Tabla III.32. Vinculación con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.

Artículo	Vinculación
Art. 86.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica incluidos los relativos a la prestación del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica deberán presentar a la Secretaría la evaluación de impacto social a que se refiere el artículo 120 de la Ley, noventa días antes de su intención de iniciar las negociaciones con los propietarios o poseedores de los terrenos donde se pretenda ubicar el proyecto de que se trate. Se otorgarán los permisos para el desarrollo de proyectos de la industria eléctrica una vez que se presente la evaluación de impacto social.	A la par de este DTU se está realizando la Evaluación de Impacto Social del proyecto, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento. Se cumplirá con los tiempos establecidos en el presente artículo.
Art. 87.- La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones. La evaluación de impacto social contendrá la identificación de los pueblos y comunidades indígenas que se ubican en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Secretaría emitirá las disposiciones administrativas que contendrán la metodología para la definición del área de influencia directa e indirecta en los proyectos de desarrollo de la industria eléctrica. La evaluación de Impacto Social contendrá la identificación caracterización, predicción, y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto. Deberán incluir las medidas de prevención y mitigación, así como los planes de gestión social, propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto de la industria eléctrica. La Secretaría emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan a la evaluación del impacto social en un plazo de noventa días naturales, contado a partir de la presentación de dicha evaluación. La Secretaría emitirá un resolutivo y recomendaciones que corresponda en los términos que se hace referencia en el párrafo anterior. En el supuesto de que la evaluación de impacto social no satisfaga lo dispuesto en la guía a que se refiere este artículo, la Secretaría prevendrá al interesado para que en un plazo de veinte días hábiles, contado a partir del día	La evaluación de impacto social se realizará de acuerdo a lo establecido en el presente artículo.

Artículo	Vinculación
siguiente al que reciba dicha prevención, subsane las omisiones. La prevención suspenderá el plazo a que se refiere el párrafo anterior, hasta en tanto no se subsane las omisiones.	

- **Estrategia Nacional de Cambio Climático**

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Al ser el instrumento rector, éste describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.

Tabla III.33. Vinculación con las líneas de acción y ejes estratégicos de la ENCC

Adaptación a los efectos del cambio climático (líneas de acción)	Vinculación con el proyecto
A1.- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático	El proyecto representa una alternativa a la fuente de agua para los servicios propios, de manera que es una adaptación ante el limitado recurso hídrico de la región y atiene a la necesidad de desarrollarse en un esquema de sostenibilidad frente a los efectos del cambio climático
A2.- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático	El proyecto ubicada en el municipio de El Marqués del estado de Querétaro, es una adaptación ante el limitado recurso hídrico de la región y representa la incorporación de infraestructura para la sostenibilidad de las actividades de servicios propios frente a los efectos del cambio climático
A3.- Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen	El proyecto es congruente con esta línea de acción, ya que busca conservar el recurso hídrico, ya que el proyecto no usará durante la construcción ni operación de la obra algún servicio ambiental manteniendo los servicios ambientales del entorno

Ejes estratégicos de desarrollo bajo en emisiones Mitigación	Vinculación con el proyecto
M1.- Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia	El proyecto buscará apegarse a este eje estratégico
M2.- Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable	El proyecto buscará apegarse a este eje estratégico
M3.- Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono	El proyecto es compatible con el presente eje estratégico al representar infraestructura asociada para mejorar la operatividad de la red eléctrica de la región y transitar hacia una empresa sustentable, responsable en la gestión de residuos y en reducir la huella de carbono
M4.- Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono	No aplica.
M5.- Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar	El proyecto buscará apegarse a este eje estratégico

Convenios O Tratados Internacionales

Entre los ordenamientos ambientales internacionales relacionados con la protección del ambiente desde 1992, se encuentran el relativos al cambio climático y sobre la conservación de la biodiversidad. Como señala Olivo Escudero, 2016, “México ha trabajado en la construcción de su andamiaje jurídico ambiental, de tal forma que cuenta con una ley marco y con una ley general referente al cambio climático; no obstante, el eje sobre biodiversidad ha convergido desde regulaciones entre particulares, forestal, de caza y de pesca, hacia una Ley General de Vida Silvestre, la cual requiere evolucionar a una Ley General de Protección de Biodiversidad”.

Teniendo en cuenta que en la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF), así como en el predio donde se llevará a cabo el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), se encuentran reportes de especies silvestre en riesgo (según la NOM-059-SEMARNAT-2010) algunas, corrobora en los trabajos de campo, se hace necesario incluir en este capítulo algunas directrices que se derivan de los convenios internacionales para la protección de las especies de fauna silvestre como es el caso del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y los documentos de sus Conferencias de las Partes (COP).

Convenio de Diversidad Biológica (CBD) 1992

Los objetivos del CDB son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada. El CDB, establece términos, así como acciones a seguir como compromisos para los miembros que firmaron el convenio, estas acciones comprometen al gobierno federal mediante sus órganos centrales y descentralizados a garantizar el avance hacia la protección de la biodiversidad.

A lo largo del documento que constituye el CDB, se detectan diversas áreas de oportunidad donde la CFE puede contribuir, sobre todo considerando que el proyecto que nos ocupa puede incidir sobre ejemplares de vida silvestre, algunos de ellos en categoría de riesgo, es así por la consideración a los artículos del CDB que se proponen acciones como compromisos para salvaguardar a las especies de vida silvestre, que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

Tabla III.34. Vinculación del proyecto con disposiciones del Convenio de Diversidad Biológica:

Disposición	Vinculación
Art. 6 inciso “b”. Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.	La promovente, como parte de las acciones de protección a las especies de vida silvestre, respetará los planes y políticas del sector ambiental y leyes, se apegará a las mismas, y pese a que el proyecto no corresponde a un aprovechamiento de recursos aplicará actividades de rescate de especies y de reubicación y mantendrá informada a la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT, en el marco de la Ley de Vida Silvestre y su reglamento que se vincula con este artículo.
Art. 7 inciso “b” Procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados de conformidad con el apartado a), prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible;	La promovente mantendrá vigilancia en las diferentes etapas del proyecto con la finalidad de detectar situaciones urgentes para la protección y conservación de las especies, en este caso las más vulnerables durante el desarrollo del proyecto, en especial durante la operación amen de disminuir los posibles efectos negativos sobre especies de hábitos aéreos y de lento desplazamiento.

Disposición	Vinculación
Art. 7 Inciso “c” Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad. biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y	La promovente, realizará vigilancia mediante muestreos y monitoreos de especies de vida silvestre, que permitan conocer posibles efectos adversos para tomar decisiones que garanticen la protección y conservación de las especies de vida silvestre en particular de las más sensibles.
Art. 7 Inciso “d” Mantendrá y organizará, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento de conformidad con los apartados a, b y c de este artículo.	La promovente establecerá un sistema de gestión que permita asegurar el cumplimiento de medidas de protección de la vida silvestre en las diferentes etapas del proyecto.
Art. 9 Inciso “c” Adoptará medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción de éstas en sus hábitats naturales en condiciones apropiadas;	La promovente realizará como medidas de mitigación acciones de recuperación ambiental en la CHF, que sumen el total de la superficie a realizar el CUSTF. Como son el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna silvestre.
Art. 12 Inciso “a” Establecerán y mantendrán programas de educación y capacitación cient1fica y técnica en medidas de identificación, conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y sus componentes y prestarán apoyo para tal fin centrado en las necesidades específicas de los pa1ses en desarrollo;	La promovente se asegurará de sensibilizar y capacitar al personal para que se lleven a cabo buenas prácticas ambientales sobre las especies de vida silvestre.
Art. 13 Inciso “a” Promoverán y fomentarán, la comprensión de la importancia de la conservación de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a esos efectos, as1 como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación; y	La promovente en los trabajos de recuperación o restauración, realizará acciones de propagación de especies en especial de vegetación, que pueden ser empleadas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

III.5. Normas Oficiales Mexicanas (Nom)

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental constituyen una herramienta de carácter regulatorio que adecua la conducta de los agentes económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico. Por tanto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales conforme a sus facultades ha emitido en materia de agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc., normas que señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.

En lo que respecta a las obras y actividades propuestas del proyecto en referencia, algunas de las normas oficiales mexicanas vinculables al proyecto son las siguientes:

Tabla III.35. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
Agua	Descargas residuales	NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	En el proyecto las aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles y las generadas por actividades domésticas serán tratadas, recolectadas y transportadas por compañías especializadas en el manejo de estas, con el fin de evitar la contaminación a suelos y cuerpos de agua. Es muy importante recalcar que en todas las etapas del proyecto, está presente la indicación de no producir vertidos contaminantes a los cuerpos de agua y cauces.
Aire	Atmósfera	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 (DOF-06-03-2007).	La Norma se vincula principalmente con las emisiones provenientes del escape de los vehículos o unidades de transporte que se llegaran a utilizar en el proyecto. Estos vehículos utilizan combustibles fósiles líquidos o gaseosos derivados del petróleo y gas natural, como la gasolina, diésel y gas L.P. Los vehículos generarían temporalmente emisiones a la atmosfera por utilizar motores de combustión interna, emitiendo gases de combustión. Los vehículos serían utilizados en todas las etapas de las obras. Estos vehículos deben encontrarse en óptimas condiciones de operación, lo que garantizará que se reduzcan al máximo

CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
				sus emisiones contaminantes. El proyecto deberá apegarse a lo especificado por esta Norma.
		NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (DOF-13-09-2007).	Dentro del proyecto se aplica la Norma principalmente en las etapas de preparación y abandono del sitio al hacer uso de vehículos que ayuden a transportar, instalar y desinstalar, la maquinaria empleada en las obras como por ejemplo transportes de maquinaria pesada, como grúas, tractores, tractocamiones, retroexcavadora etcétera. El uso de estos vehículos se apegará a lo establecido por esta Norma.
		NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF-13-01-95).	La Norma se aplica a los vehículos particulares o de la empresa que se encargan del transporte del personal. Estos no deberán rebasar los límites máximos permisibles de ruido establecidos por la Norma.
Recursos naturales	Recursos naturales flora y fauna	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 (DOF-30-12-10).	En caso de realizarse el proyecto se deberán rescatar y reubicar todas las especies enlistadas dentro de esta Norma. Así como también establecer y difundir a todo el personal que durante todas las etapas del proyecto no se debe capturar, perseguir, cazar, colectar, traficar ni perjudicar a las especies de flora y fauna silvestres terrestre y acuática que habitan en la zona de estudio y sus alrededores, especialmente sobre aquellas que se encuentren en alguna categoría de protección dentro de la presente Norma. El proyecto se apegará a lo establecido por esta Norma.
Recursos naturales	Recursos naturales flora y fauna	NOM-061-SEMARNAT1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.	No se efectuarán aprovechamiento forestales, sin embargo, durante el desarrollo del proyecto, se aplicarán los Programas de rescate y reubicación de flora, así como de ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre, a fin de mitigar los efectos que pudiera generar el proyecto.

CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
Residuos	Residuos peligrosos y contaminación del suelo	NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF-23-06-2006)	Los residuos peligrosos generados serán tratados de acuerdo a la Norma., así como también se contrataran empresas acreditadas para su transporte y disposición final: para evidenciar el cumplimiento de la Norma se deberán presentar documentos de embarque de empresas acreditadas para su manejo.
Trabajo	Seguridad y protección al personal	NOM-011-STPS-2001	Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centro de trabajo donde se genere ruido (DOF-17-04-2002).	La generación de contaminación auditiva será específicamente por los vehículos y maquinaria utilizada los cuales deberán trabajar por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Para evitar los ruidos y la exposición del personal al ruido se deberán establecer monitoreos de ruido laboral y ruido perimetral. La Promovente deberá observar lo especificado por esta Norma.
		NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección al personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo (DOF-05-11-2001).	Como parte de las condiciones de seguridad personal se encuentra usar el equipo de protección indicado. La Promovente deberá proporcionar el equipo adecuado a todo el personal que trabaje para él.
		NOM-031-STPS-2011	Establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas.	Para la realización del proyecto es importante que se observe la norma con el objetivo de brindar las condiciones óptimas de seguridad y salud a los empleados que laboren para la Promovente.

III.6. Conclusiones

El impacto ambiental es definido, según el artículo 3°, fracción XIX de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), como la "modificación del ambiente por la acción del hombre o de la naturaleza". Bajo este contexto se inscribe el proyecto en estudio, ubicado en el Estado de Querétaro, que de acuerdo a los Artículos 5°, Inciso L, Fracción II y 29, Fracción I del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, debe someterse a su evaluación y dictaminarían por la autoridad competente.

Para proporcionar todos los elementos técnicos necesarios y, de esa manera, poder realizar un análisis de los posibles impactos y efectos sobre el medio por el desarrollo del proyecto, el presente estudio integra las características particulares de la obra en cuanto a sus dimensiones de desplante, el proceso de su operación, la generación de residuos y las actividades relacionadas con la prevención, control y disposición de contaminantes. Todo ello, junto a la información del medio físico, natural y social del predio seleccionado; analizando, además, los elementos y condiciones que pudieran condicionar a la realización de medidas especiales para la prevención un desequilibrio ecológico, y que, por lo tanto, requirieran de un tratamiento especial.

Es procedente destacar que dentro del área de estudio, durante la ejecución del proyecto no se tiene contemplada la utilización o aprovechamiento de los recursos bióticos, tal es el caso de flora y fauna;, el agua necesaria para la construcción se obtendrá de fuentes previamente autorizadas, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, peligrosos serán manejados y se dará disposición final conforme a la normatividad aplicable.

Así mismo, se dará un seguimiento estricto durante la etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la obra, verificando el cumplimiento de la normatividad aplicable y la ejecución de las medidas de mitigación o correctivas establecidas en el capítulo VI del DTU, con la finalidad de evitar, reducir o compensar los impactos ambientales resultantes al desarrollar el proyecto en estudio.

Una vez vertido lo anterior, se concluye lo siguiente:

En materia de Ordenamientos ecológicos, únicamente le aplica al proyecto el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con el cual el proyecto se ubicará en la UAB 52, en donde el rector del desarrollo es Preservación de Flora y Fauna, las coadyuvantes del desarrollo es Forestal y los asociados al desarrollo es la minería, y una vez analizadas y vinculadas las estrategias sectoriales se determinó que no existe incompatibilidad para la realización del proyecto. Debido a que el POEGT es de observancia general para toda la Administración Pública

Federal y no contiene restricciones para llevar a cabo la construcción de infraestructura eléctrica.

En cuanto a los decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas, el proyecto NO se ubicará en alguna área natural protegida en sus diferentes categorías y en sus diversos ámbitos (Federal, Estatal y Municipal), destacando que la más cercana al área del proyecto es “Reserva de la Biosfera Metztitlán”.

En lo que refiere a las Normas Oficiales Mexicanas, y considerando que se trata de un proyecto eléctrico, ninguna de sus actividades en las diversas etapas presenta incompatibilidades con las Normas Oficiales aplicables y presentadas en el documento, debido a que el proyecto llevará a cabo un conjunto de acciones preventivas y de mitigación, precisamente para que pueda ser construido y operado por debajo de las especificaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas. De dichas acciones destacan algunas como; el programa de mantenimiento preventivo, programa de manejo integral de residuos, programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Por lo anteriormente fundado y motivado, se concluye que para el desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto, no se encontraron incongruencias ni incompatibilidades con los Programas de Ordenamiento Ecológico que le son vinculantes, en sus diversos niveles, Normas Oficiales Mexicanas y Áreas Naturales Protegidas, por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que la construcción del proyecto es viable con los criterios de los Ordenamientos Ecológicos y cumple con cada uno de los preceptos legales y sus elementos aludidos en el presente capítulo de forma y fondo.

III.7. Bibliografía

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) (04 de mayo de 2021). Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Consultado http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (04 de mayo de 2021). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y control de la contaminación. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1157/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_prevencion_y_control_de_la_contaminacion_de_la_atmosfera.pdf
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_311014.pdf
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (04 de mayo de 2021). Consultado en https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia.



CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 2

IV.1. Delimitación Del Área De Estudio Donde Se Pretende Establecer El Proyecto 2

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR). 18

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la unidad de análisis (Cuenca Hidrológica Forestal o Sistema Ambiental Regional)..... 18

IV.2.2.1. Medio abiótico..... 20

IV.2.2.2. Medio Biótico 198

IV.2.2.3. Medio Socioeconómico 433

IV.2.2.4. Paisaje 459

IV.3. Servicios Ambientales Que Pudieran Ponerse En Riesgo Por El Cambio De Uso De Suelo Propuesto. 474

IV.4. Diagnóstico Ambiental 560

IV.5. Referencias 619

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1. Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto

De acuerdo con las disposiciones establecidas en el instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-regional y en concordancia con el Artículo 7 Fracción XVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable *"la delimitación del área de estudio se realizará considerando las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales en donde se ubicará el proyecto. Para su delimitación no solo se debe considerar la superficie en que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales, sino también las características de las obras y actividades que se realizarán en todas las etapas del proyecto, de forma que de ser el caso, se considere el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la descarga de aguas residuales, el manejo de residuos, el aprovechamiento de los recursos naturales entre otros criterios para delimitar considerando una cuenca, una subcuenca o microcuenca, o inclusive más de una de estas unidades geográficas…*"

Por lo anterior, es importante definir los siguientes conceptos:

ÁREA DE ESTUDIO O SISTEMA AMBIENTAL. Es la superficie potencial por afectar por el proyecto. De acuerdo con lo que se estableció en el capítulo IV del Documento Técnico Unificado (DTU) sometido a evaluación, el área de estudio o sistema ambiental se delimitó considerando uno de los criterios que se establecen el instructivo para la elaboración del DTU del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-regional y en concordancia con el Artículo 7, Fracción XVI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; es decir, las microcuencas.

La microcuenca se define como toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la subcuenca. Varias microcuencas pueden conformar una subcuenca. (Por lo anterior, y como parte de una cuenca y subcuenca, la microcuenca ofrece la posibilidad de analizar todos sus elementos, espacios, componentes y actores, esto permite fundamentar la "visión integral" considerando el territorio y sus espacios como un todo funcionando en permanente dinámica y desarrollo de procesos.

La principal característica de considerar la microcuenca como unidad de planeación ambiental es en primer lugar porque tienen límites naturales claramente definidos, y en segundo, por su integralidad; es decir, reconoce las interdependencias entre los

diferentes elementos del ecosistema como lo son la hidrología, la ecología, la población y las diferentes actividades que se realizan en la microcuenca (Cruz, S/F. en Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales).

De acuerdo con Faustino *et al*, 2006, en los últimos años se han desarrollado diferentes experiencias de manejo de cuencas, muchas han logrado éxitos, pero en otros casos no ha ocurrido lo mismo. Por esta razón, basado en la experiencia de muchos proyectos, el manejo de la subcuenca o microcuenca puede ser una alternativa interesante. La intervención tiende a buscar formas o alternativas diferentes al de tomar toda la cuenca en su conjunto, zonas de tratamiento, áreas homogéneas, áreas críticas, áreas de mayor prioridad o simplemente áreas de interés específico para las comunidades que las habitan. La importancia de la subcuenca o microcuenca puede tener las siguientes variables o condiciones que determinan su importancia:

- ✓ Por el valor del recurso existente, por ejemplo, agua para uso poblacional.
- ✓ Las actividades económicas y sus efectos en el bienestar de la población.
- ✓ El interés inmediato de la población, de las instituciones locales y de las necesidades de financiamiento.
- ✓ La facilidad de concertación y coordinación.
- ✓ La degradación o conflictos ambientales que se generan en ellas, se pueden entender de manera directa.
- ✓ El efecto multiplicador de la subcuenca o microcuenca, si esta es demostrativa o de investigación.

Para poder definir la unidad de análisis, primeramente es importante se diferencie lo que señala la LGDFS respecto a una cuenca hidrográfica: Superficie geográfica delimitada por la parte más alta de las montañas a partir de la cual fluyen las corrientes de agua, las cuales se unen y desembocan a una presa, lago o al mar; constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuenca o microcuenca y lo que se señala en el artículo 3, fracción XVI de la Ley de Aguas Nacionales en donde define a una cuenca hidrológica que a la letra dice: la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión

de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

La denominación de cuenca hidrológica en cuanto a su delimitación espacial es muy amplia, porque si se considera el punto final de descarga de todos los afluentes de un sistema fluvial, que puede ser el mar, un lago interior, laguna costera e inclusive una laguna temporal, la superficie puede ser exageradamente mucho mayor al área ocupada por el sitio del proyecto, y en consecuencia sesgarse o minimizarse el efecto del proyecto al contrastar la información con el de la cuenca, por la magnitud de ésta. Lo anterior ocurre cuando se trata de obras lineales al considerar las cuencas y las subcuencas de la administración hidrológica de la CONAGUA o INEGI. Por tal motivo sobre la base de la información de los Modelo de Digitalización de Elevación que son de mediana resolución (30 m) y de la red hidrológica superficial, se pueden delimitar microcuencas o subcuencas aportantes, que son también unidades funcionales delimitadas espacialmente en mayor concordancia a la escala propia del estudio, y así tener indicadores más realistas de los efectos del proyecto, tal es el caso de las subcuencas propuestas por CONABIO. Lo anterior es en apego a la definición de la cuenca hidrológica de la Fracción XVI del Artículo 7 de la LGDFS, 2018.

Partiendo de esta premisa y derivado del análisis de la delimitación de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA)) para este proyecto, se tomaron algunos criterios para definir dicha unidad, como: dimensiones del proyecto, que para el área de estudio tiene como base una visión integradora de los elementos del ecosistema, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de la obra a los diferentes atributos, con el objeto de poder realizar su evaluación correspondiente, para inferir finalmente en qué sentido estos últimos pueden interactuar con el desarrollo de las actividades propuestas por la promovente en el sitio. La intención de identificar o seleccionar la mejor CHF no solo fue definir el contexto espacial con base en el cual se identificarán los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que conforman los ecosistemas presentes, realizando un diagnóstico general acerca de las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional, y para ello, se considera que el enfoque que mejor se adapta para la delimitación de la Cuenca

Hidrológica-Forestal (CHF) fue el criterio hidrológico (microcuencas hidrológicas) elaborado para definir el cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA) de este proyecto se utilizó a través de microcuencas, dichas microcuencas lo obtuvo en base al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) link: http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA4PUBLICO/BOS/Bos.php (http://www.semarnat.gob.mx/sigeia) y la fuente de información de las microcuencas es de la fuente de SAGARPA-FIRCO, http://www.firco.gob.mx/proyectos/microcuencas/Paginas/micro_01.aspx, la cual cumple con los criterios técnico establecido en la definición de cuenca hidrológica-forestal.

Por su parte en 2002[1], la SAGARPA (Información vectorial 2007) instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), en estos documentos, se establecen propuestas de desarrollo integral que posteriormente son presentadas en proyectos específicos en beneficio de los habitantes de las microcuencas atendidas, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. El PNM tiene como Fin contribuir a que la población de las microcuencas, principalmente de alta y muy alta marginación, obtenga los satisfactores mínimos de bienestar y las oportunidades de desarrollo integral que demandan y como Propósito la planeación-acción-gestión participativa aplicada al desarrollo rural integral a nivel de microcuencas. Del análisis se concluye que el diseño del Programa es adecuado para cumplir el Propósito y Fin planteado, aunque la cobertura del PNM es aún reducida a nivel nacional. Las principales áreas de atención del Programa son la conservación del medio ambiente y los recursos naturales y el desarrollo de actividades que generan el desarrollo sustentable en las microcuencas. Se enfoca a dar apoyos a nivel municipal, priorizando las zonas de alta y muy alta marginación, para la generación de Planes Rectores de Producción y Conservación y la elaboración de proyectos específicos.

Derivado de lo anterior a lo largo de este documento se estarán utilizando los términos “unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA) y área o sitio de Proyecto”, estos son los niveles geográficos de análisis y por tanto es importante precisarlos, pues de ellos se desprende la descripción de los elementos físicos y

[1] Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2007. Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM). SAGARPA, Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo.

biológicos de la cuenca hidrológica-forestal en donde se ubica el predio en estudio. A continuación, se indica lo que se considera en cada uno de estos.

De tal manera, que con base en el mapa antes referido (Cuencas y Microcuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000) en el software ArcGis 10.3 se obtuvo que la superficie de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales del proyecto **Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA** se encuentra inmersa en las **Microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)** dentro de la **Subcuenca Río Apaseo** y dentro de la **Cuenca Río Laja,** la cual a su vez pertenecen a la **Región Hidrológica RH-12 Lerma-Santiago.** En ese sentido se consideró que la región hidrológica, que es la unidad que abarca el área completa de CUSTF era demasiado grande para ser empleada como la unidad de análisis, esto considerando la proporción que tendría en el área de CUSTF.

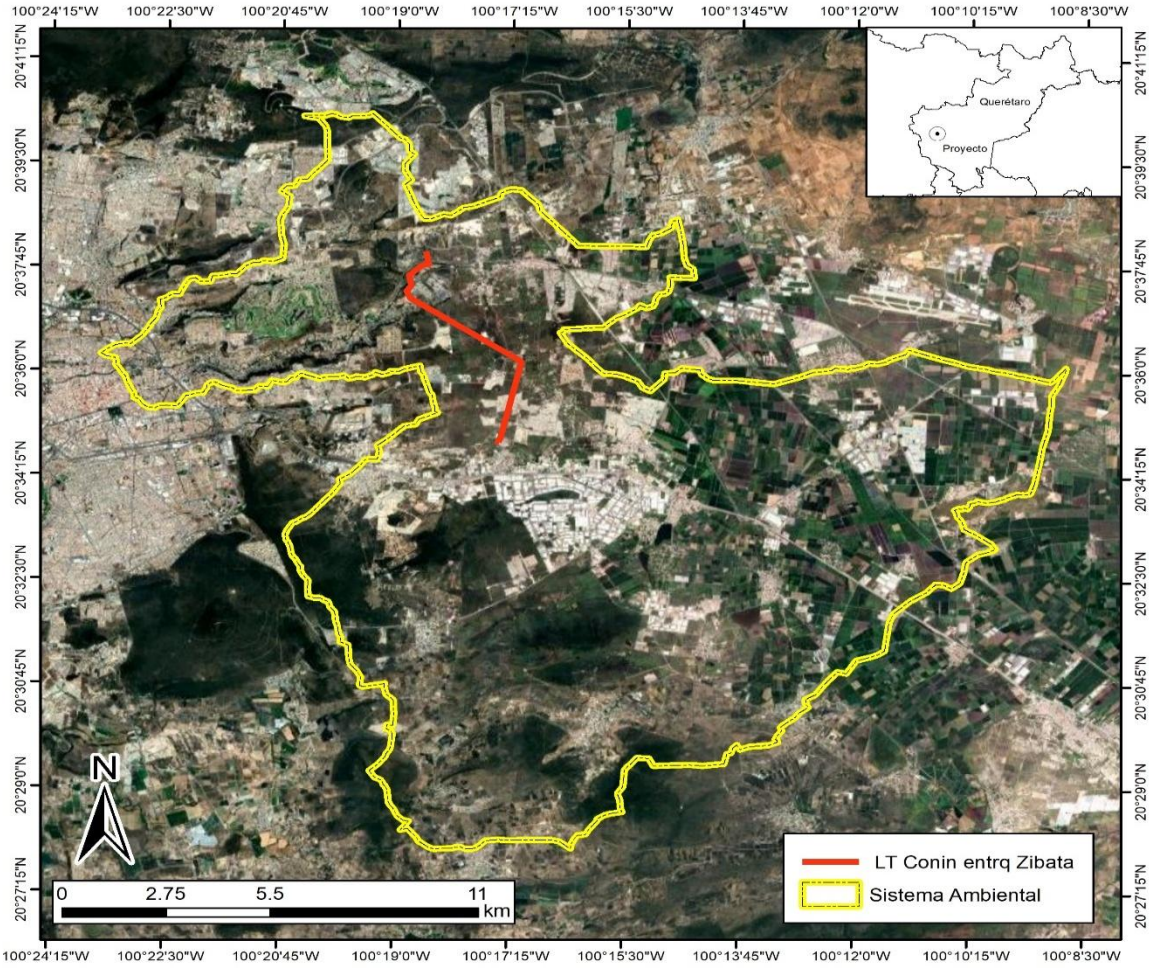
Unidad de análisis o cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental regional (SAR) (área de estudio). La unidad de análisis es aquella en la cual se encuentra inmerso el Proyecto y se delimita tomando como primer criterio las características de la cuenca hidrológico-forestal, fisiográficos, de infraestructura y la naturaleza del Proyecto que será implementado. Para el proyecto en comento, la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) está conformada por el límite de las **Microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)**, ya que en ella se encuentran los ecosistemas que serán intervenidos por el proyecto, de tal forma que la información para realizar la comparación de indicadores de diversidad es suficiente.

Por lo tanto, en el sistema natural se identificaron los componentes del ambiente como parte de una sola unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) y estos componentes se dividieron en físicos, biológicos y socio económicos. La identificación y evaluación de los componentes ambientales se realizó mediante una investigación documental preliminar empleando estudios previos e información ya existente como los mapas temáticos de INEGI que se encuentran disponibles en escala 1:250,000 o 1:50,000.

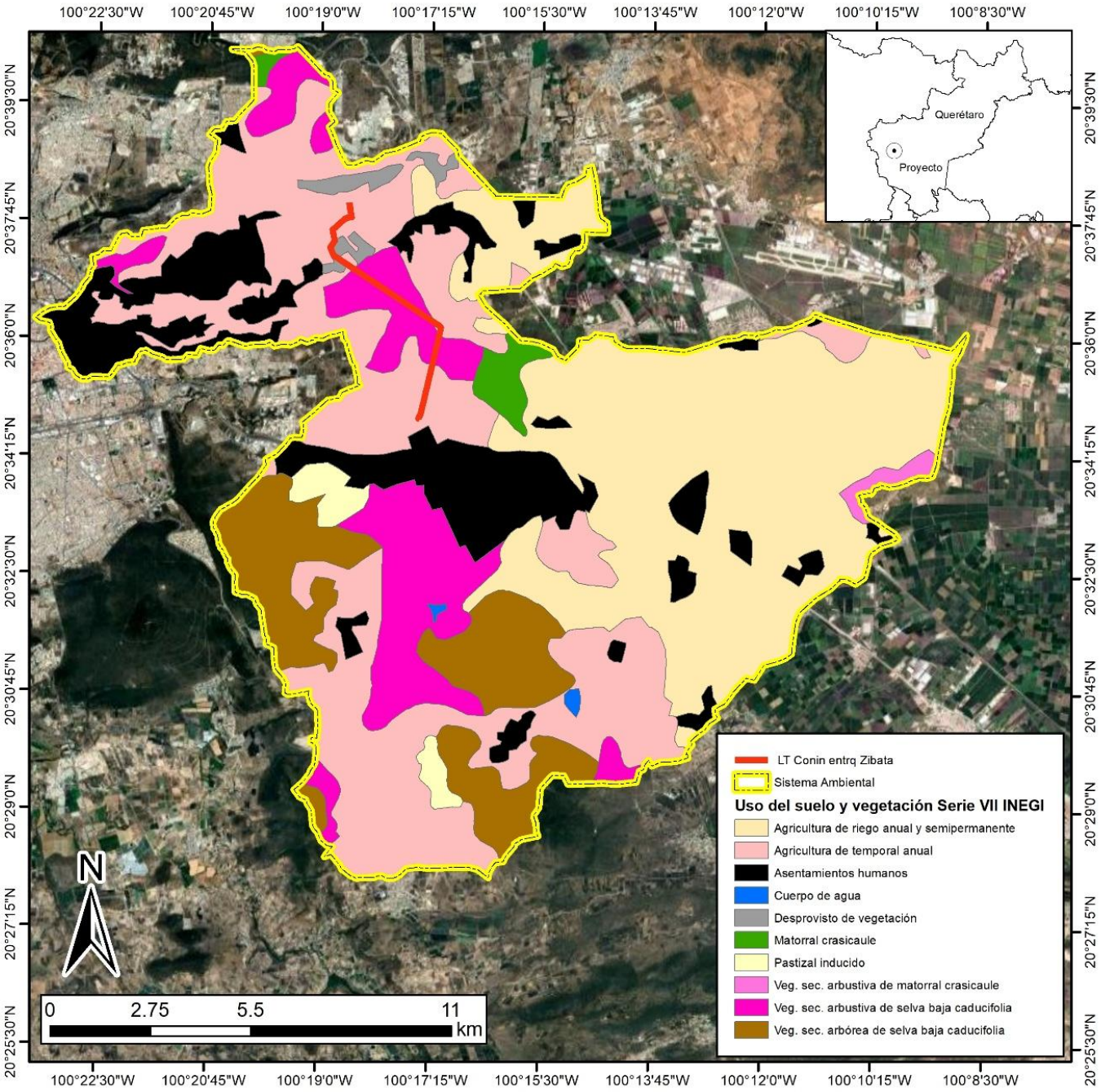
Se consideraron los mismos componentes tanto a nivel del área del proyecto como a nivel regional, con el objeto de determinar una articulación entre los procesos regionales y sus efectos sobre la localidad. Sin embargo, se realizó una evaluación con mayor detalle para obtener una caracterización más precisa sobre el área específica de estudio. El área de estudio y/o unidades ambientales son espacios con características comunes y que responden a una estructura y funcionamiento, en la que se incluye la totalidad de las

obras o actividades, así como los posibles impactos que se pueden generar con la construcción del proyecto sobre los componentes del sistema ambiental regional.

El objetivo de establecer una unidad especial natural como las **Microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)**, fue el detectar y analizar la posible interacción de las actividades del proyecto con cada uno de los componentes ambientales en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional). Además de considerar la magnitud y la influencia del proyecto sobre los factores ambientales y socio económicos.



Mapa IV.1. Ubicación geográfica de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) Microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) (INEGI, 2010).



Mapa IV.2. Uso de Suelo y vegetación dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) Microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

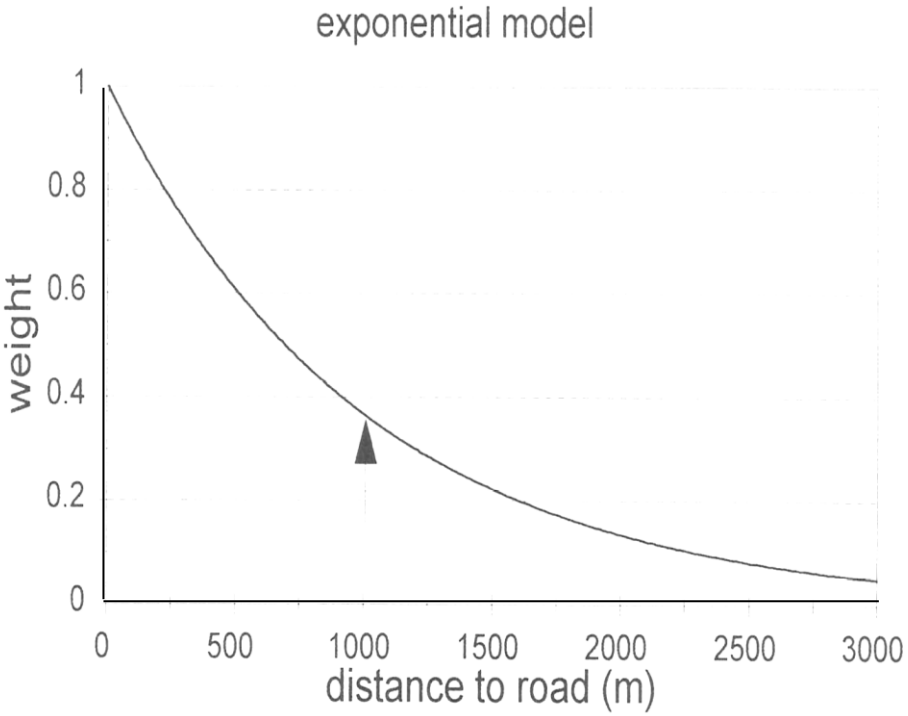
Tabla IV.1. Superficies de uso de suelo y vegetación de cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional identificado.

Valores Sistema Ambiental	Área	
	(km²)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	84.65	31.84
Agricultura de temporal anual	79.67	29.96
Asentamientos humanos	35.6	13.39
Cuerpo de agua	0.37	0.14
Desprovisto de vegetación	2.37	0.89
Matorral crasicaule	3.27	1.23
Pastizal inducido	3.56	1.34
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	28.07	10.56
Veg. sec. arbustiva de matorral crasicaule	1.61	0.61
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	26.73	10.05
Total	**265.9**	**100.01**

ÁREA DE INFLUENCIA.

Es la superficie real (directa e indirectamente) a afectar por un proyecto, considerando para su delimitación la valoración de los impactos ambientales, principalmente en cuanto a su extensión. Desafortunadamente no existen trabajos de investigación respecto al área mínima a considerar durante la evaluación del impacto (área de influencia) ocasionado por proyectos puntuales de infraestructura eléctrica y los pocos trabajos existentes para proyectos lineales se centran en el efecto de caminos (Leclerc y Rodríguez, 1998).

El modelo exponencial de Leclerc y Rodríguez (1998), evaluado en una escala de 0 a 1, predice que, en trazos de caminos, el impacto perpendicular ocasionado al ambiente (específicamente a la vegetación) por la tala, llega hasta 1.0 km (grafica IV.1); ya que la relación que se presenta entre la deforestación del bosque y los caminos disminuye cuanto más lejos este la vegetación (bosque) del camino. Sin embargo, este modelo es susceptible a sitios altamente poblados o con gran cobertura agrícola y que se vuelve más preciso en áreas con mayor cobertura vegetal conservada.

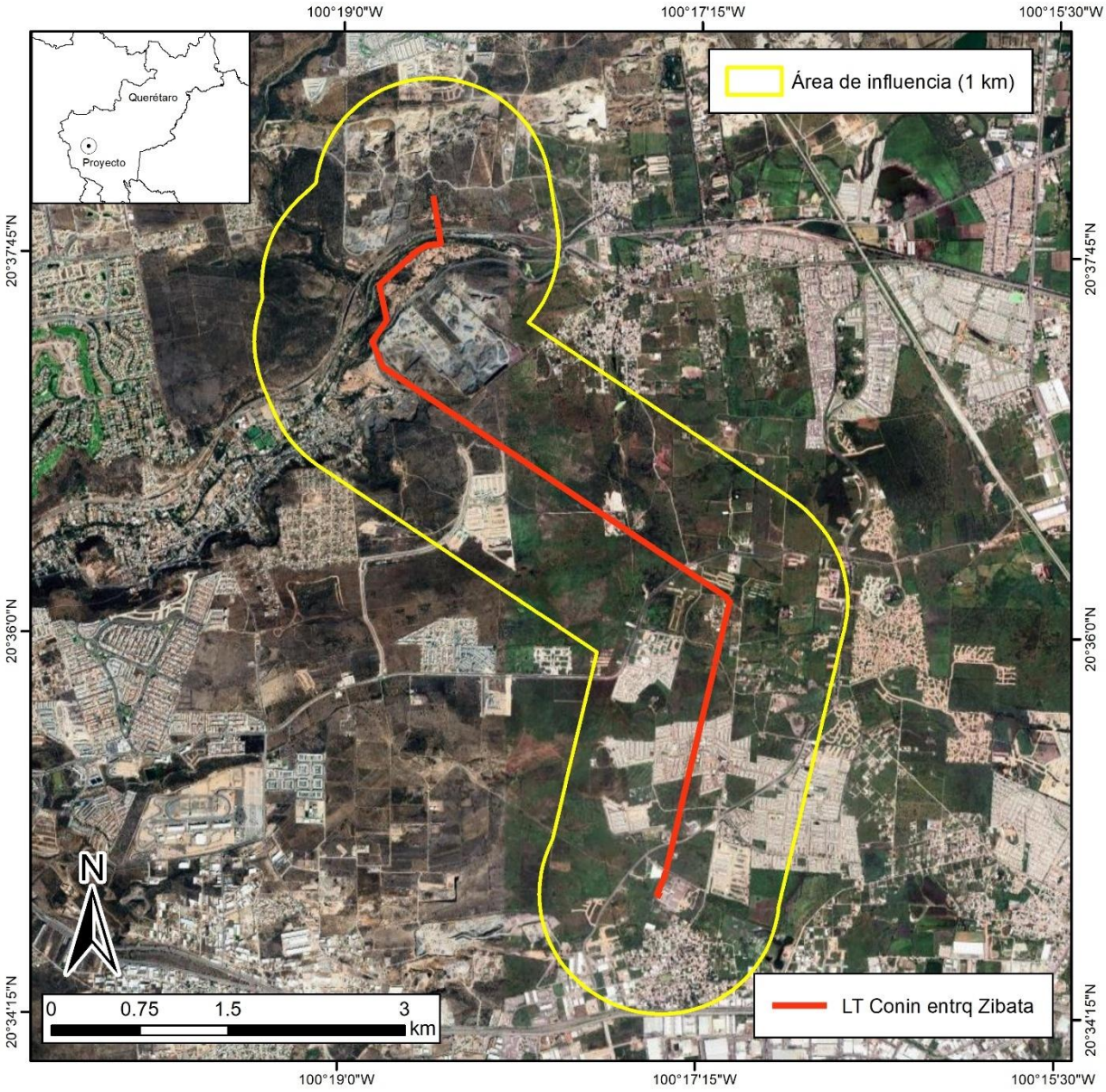


Grafica IV.1. Punto de amenaza por pérdida del bosque en relación a la proximidad de la carretera (Leclerc y Rodríguez, 1998).

Por ello, para la línea de transmisión eléctrica (LT) en estudio se delimitó un área de influencia (*buffer*) de un mínimo de 1.0 km de ancho de cada lado del eje, considerando que las actividades constructivas y de operación requeridas para una línea de transmisión eléctrica no representan un cambio drástico en el ambiente como el generado por una carretera, la cual fragmenta los hábitats terrestres, aumenta la mortalidad de los mamíferos y algunas aves rapaces que las atraviesan, y se tomó como base la delimitación de las microcuencas denominadas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

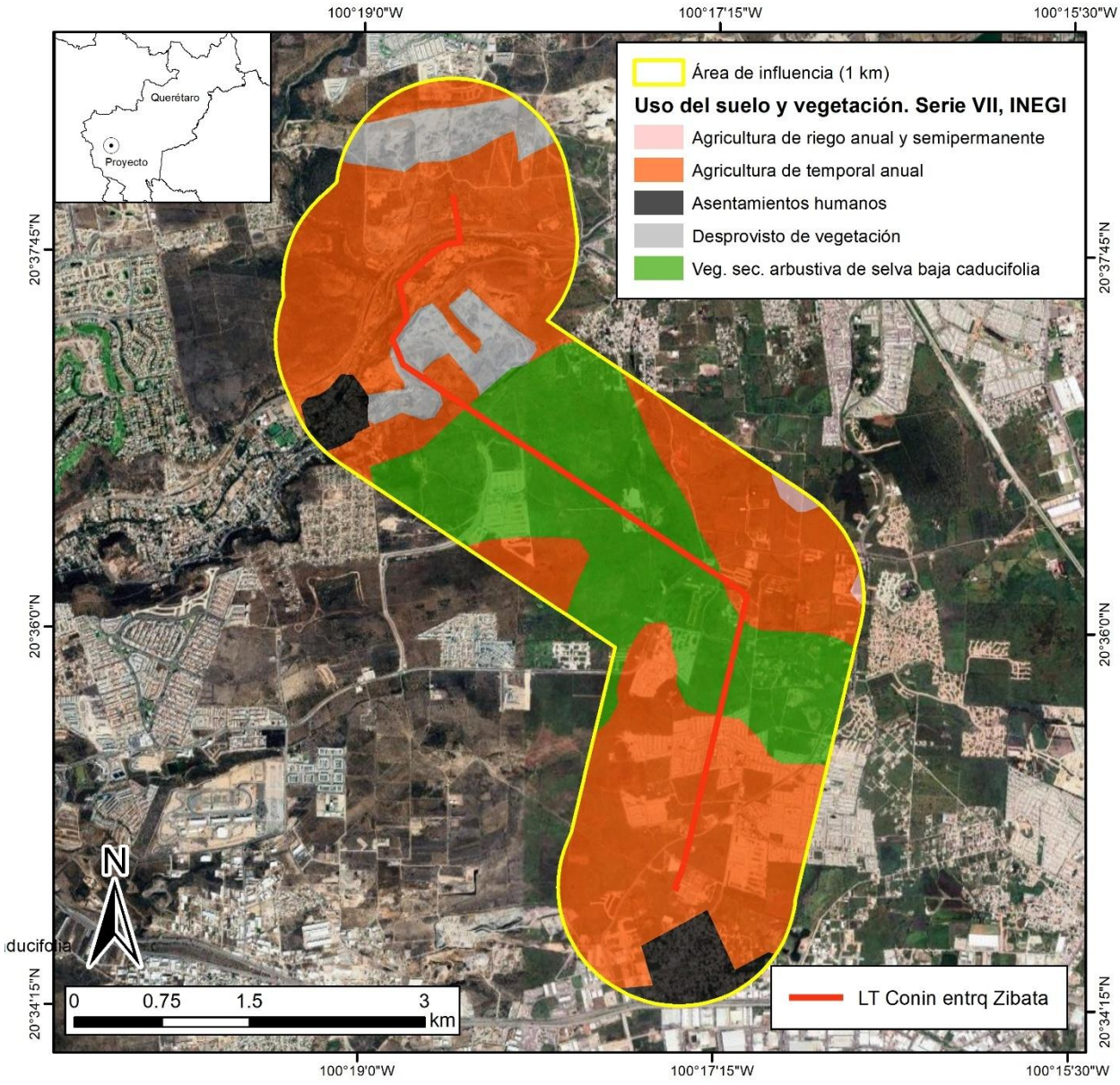
Para la delimitación del área de influencia se utilizó el Softtware Arc View versión 3.2 para Windows con el cual fueron capturados los vértices, registrados en campo mediante un GPS por la promovente, esto permitió georreferenciar y visualizar gráficamente en pantalla el predio y las características físicas del medio, por donde se ubicará el proyecto. Una vez delimitada el área de influencia se inició la digitalización; tomando como límite de digitalización de 1.0 km a cada lado del centro del proyecto en estudio. Finalmente se realizó la sobreposición de las cartas temáticas para realizar una intersección y conocer

las unidades de vegetación que resultarán afectadas. Partiendo de lo anterior, en el siguiente mapa se presenta el área de influencia del proyecto.



Mapa IV.3. Delimitación del área de influencia del proyecto.

Por lo anterior, el concepto de área de influencia sólo se aplica a partir del capítulo VI del Documento Técnico Unificado sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.



Mapa IV.4. Uso de Suelo y vegetación dentro área de influencia del proyecto.

Ante esta circunstancia, para definir el **Área de Influencia del proyecto (AI)** se optó por determinar una franja alrededor del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT) en estudio, cuya amplitud estuviera en función de la extensión máxima esperada para los impactos ambientales que generaría el proyecto de construcción, operación y mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica (LT) en estudio.

Como base para determinar dicha franja, en primer terminó se identificaron las unidades ambientales funcionales, las cuales se delimitaron en función de los tipos de vegetación, variable que en la zona donde se ubica el proyecto está íntimamente ligada a las características del suelo.

Una vez identificadas las unidades ambientales funcionales del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT), se determinó las características genéricas del tipo de vegetación de que se trataba y sus atributos principales (riqueza específica, índice de biodiversidad, valor de importancia por especie de flora y especies de fauna) y se consideró la extensión máxima esperada para los impactos más significativos para cada una de las actividades de construcción del proyecto (información coincidente con la identificación y evaluación de impactos ambientales, mismos que se describen a continuación:

- Durante la preparación del sitio los impactos ambientales significativos estarán asociados a la generación de ruido, la presencia humana en el área de trabajo, cambios demográficos temporales en la zona del proyecto, pérdida de cobertura vegetal y afectación directa e indirecta de fauna (Capítulo V elaborado para la Construcción, Operación y Mantenimiento de la obra en análisis).
- En cuanto a la generación de ruido se refiere, esta no causará afectación más allá de un kilómetro.
- La presencia humana causará un impacto puntual en el área que ocupará el proyecto, lugar en donde se realizarán los trabajos de construcción (en una franja inferior a los 50 metros) y se manifestará exclusivamente durante la construcción.
- Los cambios demográficos originados en forma directa por la construcción serán mínimos, bajo la consideración que la mano de obra no calificada será contratada en la misma zona donde el proyecto se realiza, de esta manera, la extensión esperada del proyecto será de un promedio de 1.0 kilómetros, distancia a la que la obra se encuentra de la mayoría de las poblaciones existentes.
- Las afectaciones directas a la fauna durante las actividades de desmonte a matarrasa y remoción de vegetación, sería la eventual pérdida de ejemplares de pequeños mamíferos y reptiles, así como de sus madrigueras y nidos de aves en su caso, pero estará limitado en su extensión, exclusivamente del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT)
- El desmonte a matarrasa, implicará cambios a nivel de micro-hábitat, con efectos puntuales sobre las características fisicoquímicas del suelo. Además, se esperan efectos negativos sobre la distribución, abundancia, y cobertura del tipo de vegetación, así como efectos indirectos sobre la fauna.
- El impacto más relevante será la pérdida de cobertura de zonas áridas o de la zona de vegetación forestal, en donde los impactos indirectos a la fauna estarán asociados a la pérdida de áreas de alimentación, anidación y refugio; sin embargo, debe considerarse

que esta pérdida será proporcional a la superficie total de este tipo de vegetación en los límites establecidos para el área del proyecto.

- Durante la construcción de la obra civil, los impactos significativos estarán asociados a la contratación de personal, emisiones de gases a la atmósfera (provenientes de vehículos, maquinaria y equipos), emisión de ruido y disturbios derivados de la presencia humana.
- Tal como en el caso de la preparación del sitio, la presencia humana es generadoras de afectaciones, de extensión limitada al predio y una franja inferior a 10 metros, y por un periodo que no se extenderá más allá de la construcción de la línea de transmisión eléctrica (LT).
- La misma consideración descrita para la contratación de personal en la etapa de preparación del sitio aplica a esta etapa de la construcción, es decir, no se espera que los impactos generados se extiendan más allá de 1.0 kilómetros del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT)
- En cuanto a las emisiones de gases a la atmósfera, se estima que los efectos serán puntuales sobre la calidad del aire y el ruido, con una temporalidad limitada, y una extensión que no supere los una distancia de 1.0 kilómetros del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT). Esta afectación, localmente no resulta relevante, debido a la buena calidad del aire que existe en la zona donde se ubica el proyecto, y su efecto acumulativo con la emisión de gases contaminantes proveniente de los vehículos que transitan en la carrera, será de orden menor (poco significativo).
- El uso de vehículos y maquinaria implica el riesgo de impactos derivados de derrames accidentales de grasas y combustibles (aún con la implementación de medidas preventivas previstas en el presente estudio; sin embargo, debido a la ausencia de corrientes superficiales, junto con la rápida infiltración de los suelos cársticos de la región, de ocurrir estos accidentes, los efectos tendrán un carácter local.
- La afectación causada por la emisión de ruido será similar a la descrita para la etapa de preparación del sitio.
- Las excavaciones que se realizarán en la construcción de la línea de transmisión eléctrica (LT) (para colocación de sistemas de tierra), son superficiales y el impacto ocasionado, aunque repetitivo, es de extensión limitada al del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT), sobre una superficie impactada por las actividades previas a la realización de esta, por lo que es de baja intensidad.
- En términos generales, las actividades que originan los impactos ambientales significativos ocurren en las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra civil, mientras en la fase de construcción de la obra electromecánica (montaje de estructuras, y pruebas y puesta en servicio), no se realizarán actividades que provoquen mayores impactos a los ya realizados en las actividades de preparación del sitio y construcción de la obra civil.
- La comunidad de esto tipo de vegetación árida y semiárida pueden presentar un efecto de borde más allá del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT); la magnitud y extensión de este efecto estará en función de las medidas de protección del suelo, que eviten su compactación, ya que la alteración física del sustrato puede limitar el

crecimiento de la vegetación secundaria en los primeros estadios de sucesión. En las condiciones propuestas para la construcción, operación y mantenimiento de la obra se estima que este impacto no repercutirá más allá de los 200 metros de distancia del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT). Esta estimación se basa en la resiliencia de la vegetación de la región, la cual suele mostrar una rápida recuperación siempre y cuando el banco de semillas de la vegetación se mantenga en buen estado, lo cual está garantizado por las diferentes medidas de mitigación que se han presentado en la presente DTU.

-Otro impacto significativo será sobre el paisaje, dada la altura de los componentes del proyecto a instalar, que sobresaldrán por encima del dosel de vegetación.

- Como resultado de la alteración de hábitat por las actividades de la obra, habrá un impacto sobre la riqueza y abundancia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los límites espaciales de estos impactos estarán en función de los hábitos de movimiento de cada especie. En términos generales se espera que por su tamaño tanto anfibios como reptiles presenten un hábitat restringido geográficamente, por lo que los programas de rescate de fauna de lento desplazamiento es una medida de mitigación a la afectación de la fauna que está planteado para que el impacto de la obra no exceda los 50 metros de distancia a partir del del proyecto línea de transmisión eléctrica (LT).
- En el caso de las aves residentes, la porción del hábitat que se vería afectado es el relacionado con sus áreas de anidación, ya que por los amplios movimientos que realizan por vía aérea, tendrán garantizado el encontrar otras áreas de alimentación.
- En cuanto a la distribución de los mamíferos de mayor tamaño que realizan desplazamientos amplios en el área de influencia, esta se vería afectada si la obra constituyera una barrera física para el libre tránsito para dichos desplazamientos; situación que en el caso específico de la obra en estudio, el corredor que se formará por la remoción de la vegetación arbórea y el posterior restablecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva no constituyen una barrera importante para el desplazamiento para la fauna, ya que sus desplazamientos están regidos por procesos a menos escala.

Con base en las consideraciones precedentes, se puede asegurar que en el sistema ambiental (área de estudio) y área de influencia, establecida para el proyecto como una franja o buffer de 1.0 kilómetros de ancho a cada lado del eje del predio del proyecto (AI), quedan incluidos todos los impactos ambientales directamente ocasionados por la construcción de la obra en estudio.

Tabla IV.2. Usos de suelo y tipos de vegetación del área de influencia del proyecto en estudio.

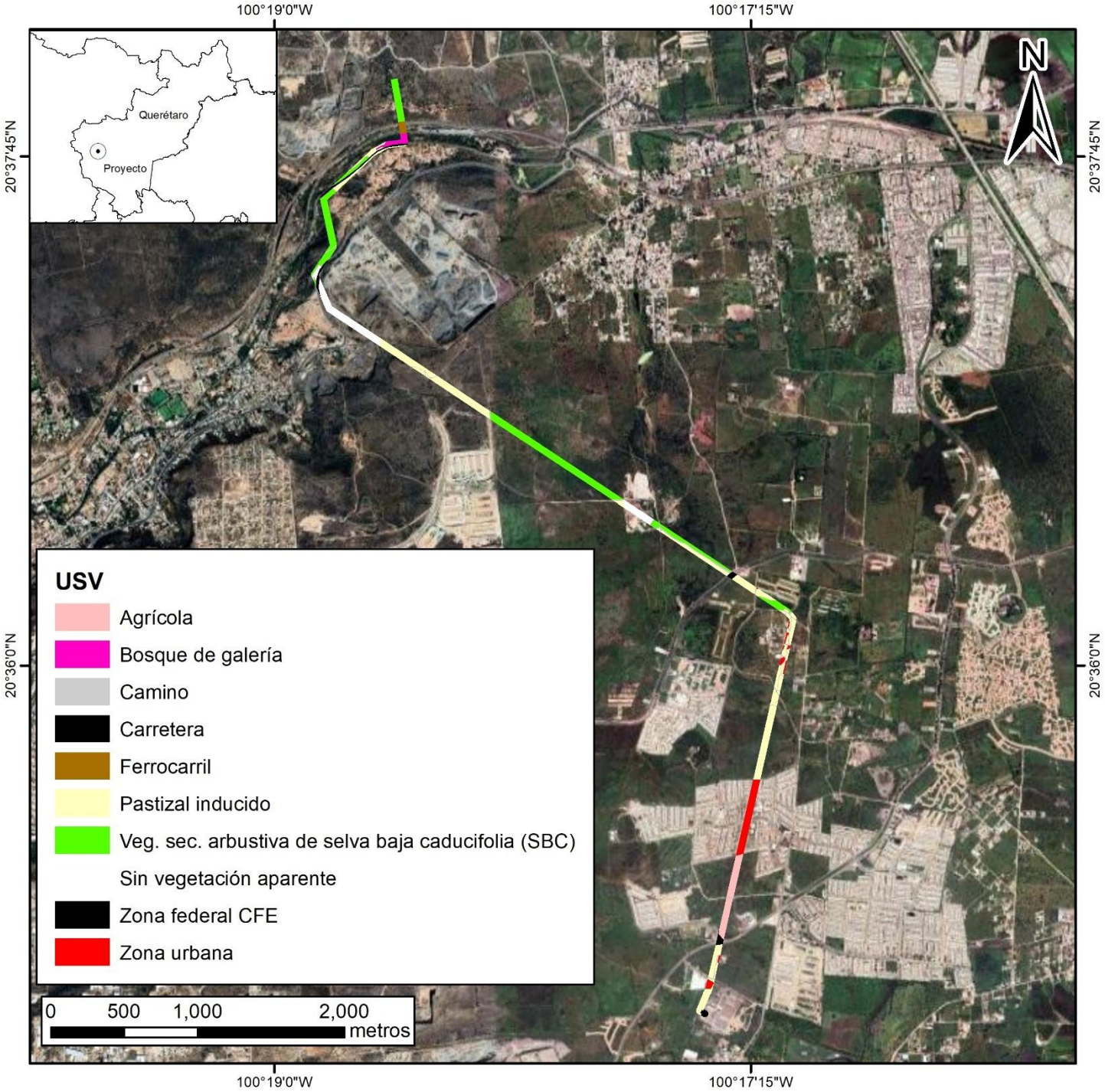
Valores Área de influencia	Área (ha)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	7.98	0.43
Agricultura de temporal anual	1099.84	58.98
Asentamientos humanos	79.04	4.24
Desprovisto de vegetación	142.34	7.63
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	535.72	28.73
Total	**1864.92**	**100.00**

ÁREA DEL PROYECTO.

Es la superficie directamente a afectar por el desarrollo de las actividades y obras de la línea de transmisión eléctrica (LT), considerando para su delimitación, las dimensiones requeridas para operar una línea de transmisión eléctrica (LT) con las características y capacidades técnicas indicadas en el Capítulo II. El AP ocupara la superficie de un predio cuyas dimensiones y uso de suelo se especifican en la tabla IV.3.

Tabla IV.3. Usos de suelo y tipos de vegetación del área del proyecto en estudio.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Agrícola	11,597.01	1.1597
Bosque de galería	3,834.45	0.3834
Camino	10,608.81	1.0609
Carretera	6,716.52	0.6717
Ferrocarril	1,682.32	0.1682
Pastizal inducido	58,735.70	5.8736
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.42	4.9302
Sin vegetación aparente	19,286.95	1.9287
Zona federal CFE	820.83	0.0821
Zona urbana	12,827.60	1.2828
Total	**175,412.62**	**17.5413**



Mapa IV.5. Ubicación general del proyecto.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

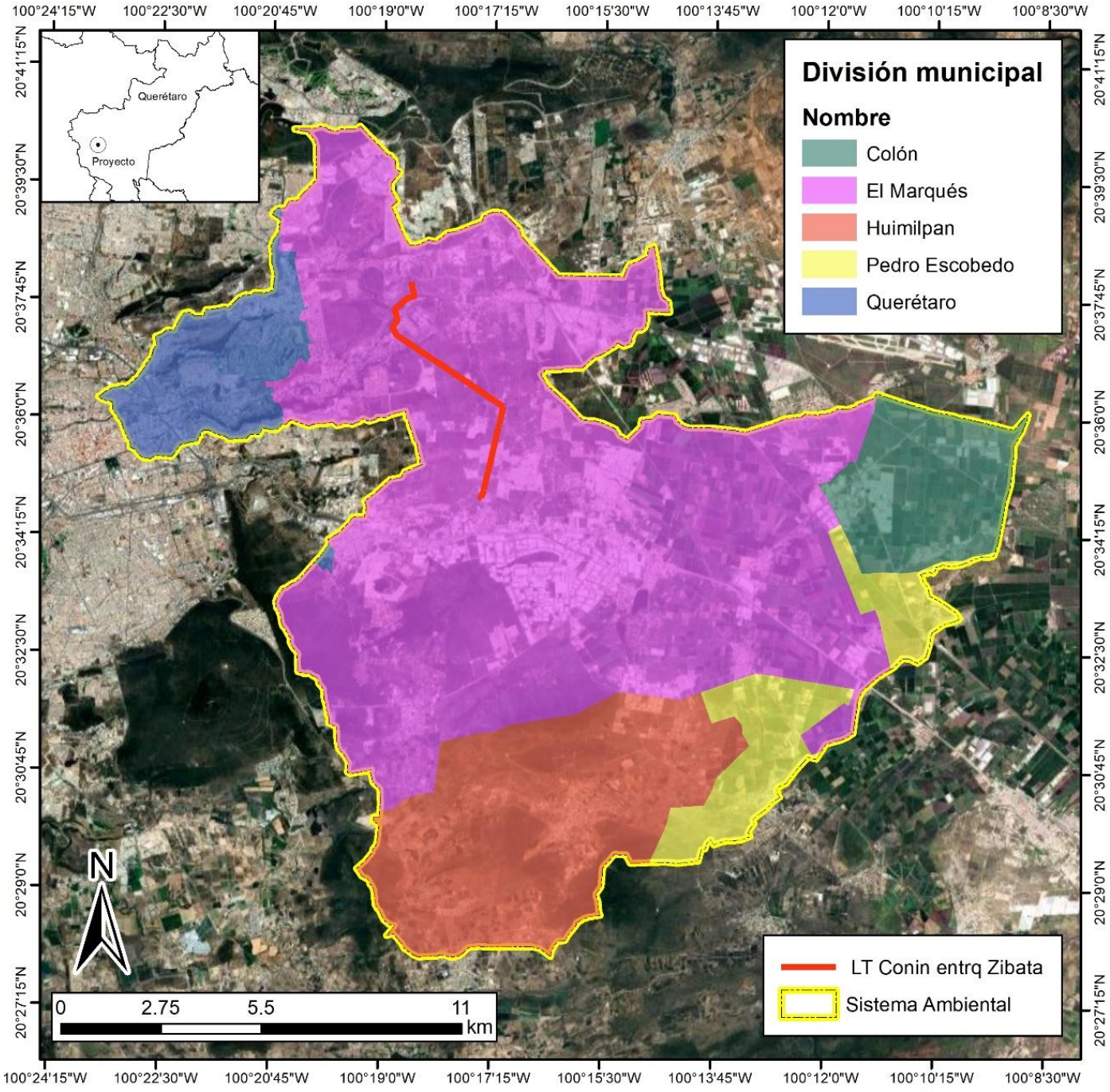
Para el desarrollo de este apartado se realizó a partir de las condiciones presentes en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), como son los desarrollo urbano e industrial, ganadería, las vías de comunicación y sobre todo el componente hidrológico del área de estudio.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la unidad de análisis (Cuenca Hidrológica Forestal o Sistema Ambiental Regional).

Cabe señalar que la cuenca hidrológica forestal considerada como Sistema Ambiental del proyecto contiene la totalidad de la superficie requerida para la construcción de la Línea de Transmisión (LT), el Área de Influencia (donde se espera que se manifiesten todos los impactos ambientales asociados a la construcción y operación del mismo, así como toda la superficie en la cual se requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Lo anterior considerando que, la planificación para actuación y manejo de ecosistemas debe ser aplicada a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas, biológicas, económicas y sociales que ofrezcan una base apropiada de evaluación y análisis; todas estas características vienen proporcionadas por la cuenca hidrológica, independientemente de su dimensión geográfica, ya que se considera una unidad sistémica natural cuyos límites se determinan con base en los parteaguas del área. Es importante resaltar que las líneas divisorias de las aguas o “parte aguas” es un límite natural por medio del cual el territorio ya se encuentra dividido en microcuenca, es decir, no hay nada que inventar sino solo ubicar y que estos límites al ser definidos por factores físico-geográficos, son estáticos.

La unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), incluye las microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) que cuentan con una superficie de **265.9** km^2 (equivalente a 265,900.0 ha), cuya ubicación es en el municipio El Marqués del estado de Querétaro. En ella se encuentran uno de los centros de población más importantes como la propia cabecera municipal por ser una de las ciudades con un importante número de habitantes, reservas ecológicas y atractivos turísticos. El sistema ambiental delimitado para la Línea de Transmisión (LT), se ubica dentro de 5 municipios del estado antes mencionado, aunque el área que se tiene del proyecto Línea de Transmisión (LT) se localiza en el municipio El Marqués, (mapa IV.6).



Mapa IV.6. Municipios en los que se ubica la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el proyecto del proyecto de construcción.

La localidad de mayor tamaño que se encuentran en la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regionales la ciudad de El Marqués, siendo esta la localidad con mayor porcentaje dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional.

Para la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional la que podría ser una problemática es la precipitación (sequía), siendo estados que se encuentran entre la precipitación más baja, han registrados bajas precipitaciones, por lo cual algunas ciudades dentro de este estado han optado por la utilización de presas, siendo éstas utilizadas tanto para el consumo humano como para actividades agropecuarias e industriales

IV.2.2.1. Medio abiótico

- **Clima**

Con el fin de describir la condición del clima que prevalece en las microcuencas hidrológicas o SAR definido y su posible interacción con el Proyecto, se identifican el tipo de clima, denominación y clasificación de sus atributos y características físicas a partir de los registros anuales e históricos de las estaciones climatológicas ubicadas en el Estado de Querétaro, señalados en diferentes medios escritos y digitales.

El tipo de clima del Área del Proyecto (AP) y en el área de influencia corresponde según la clasificación de Köppen (1973), modificada por García (1988) y de acuerdo con la carta de Climas del INEGI con una escala de 1:1,000,000, tenemos que la Cuenca Hidrológica Forestal se ubica dentro del clima:

BS1hw

Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

BS1kw

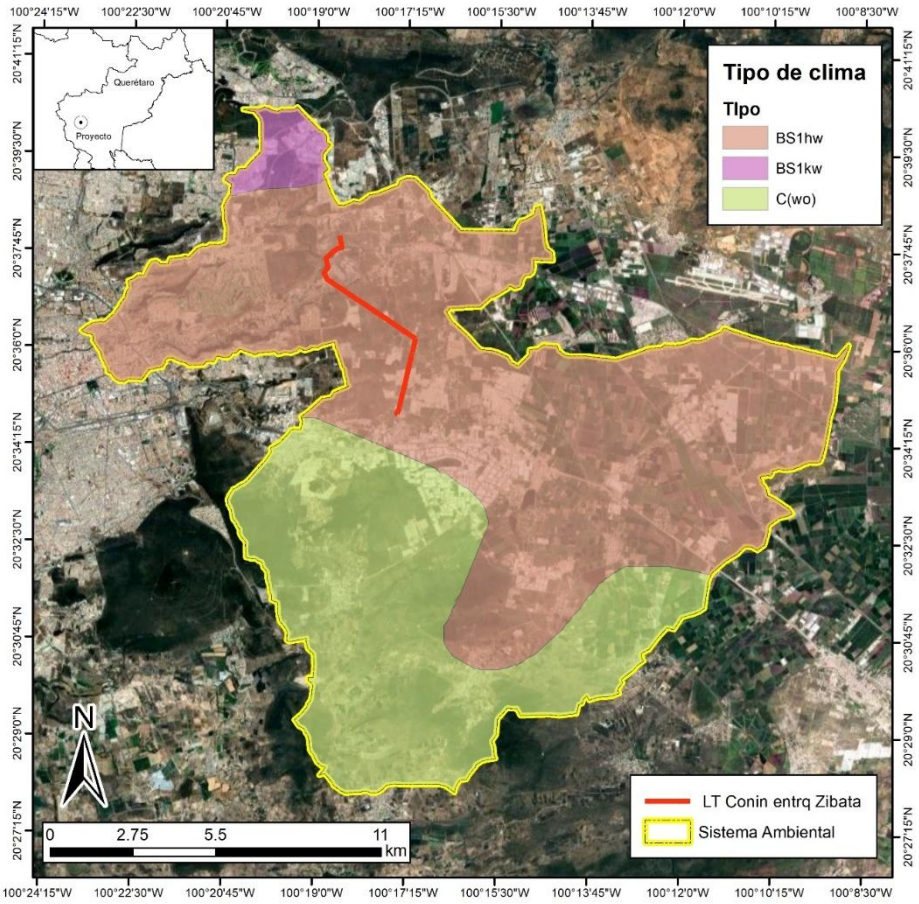
Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, 37% temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

C(wo)

Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Tabla IV.4. Tipo de clima en la Cuenca Hidrográfica Forestal

Tipo de clima	Área CHF (km²)	%
BS1hw	168.73	63.45
BS1kw	6.15	2.31
C(wo)	91.03	34.23



Mapa IV.7. Tipos de climas registradas para la unidad de análisis.

- **Temperatura.**

De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Estación: 22070, nombre: Plantel 7, estado: Querétaro, municipio: El Marqués, para el periodo 1996-2024, la temperatura media anual registrada es de 18.4 ºC, la máxima promedio de 26.6 ºC y la mínima promedio es de 7.3 ºC; la temperatura mínima extrema registrada es de 7.3 ºC y la máxima extrema de 30.0 ºC, (mapa IV.8, y grafica IV.5).

Tabla IV.5. Valores de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima registrada en la estación meteorológica 22070 Plantel 7 (CONAGUA).

TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				25.2	25.8	25.6	28.9	29.9	29.4	28.9	24.5			27.3	8
1997				32.7	28.1	36.2	31.7		28.9	24.7	23.5			29.4	7
1998		27.7	29.5											28.6	2
1999							27.3		24.4	22.1	21.9	20.1		23.2	5
2000	22.1	24.4	26.4	28.7	29.4	27.2	27.1	27.5	27	25	24.4	22.8		26	12
2001	23.8	25.8	26.8	27.5	30.4	28	27.5	27.6	26	25.1	22.2	21.7		26	12
2002	23.9	24.2	27.6	27.7	31.2	27.3	26.9	27.3	25.2	25.7	23.8	23.4		26.2	12
2003	22.5	25.4	26	29.8	30.5	27.5	27	27.1	24.8	23.2	23.4	23		25.9	12
2004	20.5	22.6	25.6	25.7	29.5	26.8	26.8	26.6	24.7	25	24.8	25.1		25.3	12
2005	23.9	24.9	24.8	27.6	31.2	30.1	29.3	26.9	26.6	25.2	24.9	23.9		26.6	12
2006	22.6	24.8	26.5		29.2	31.1	30.3	26.4	24.5	24.8	23.1	22.4		26	11
2007	22.2	24.4	26.8	27.8										25.3	4
2008	23.8	25	24.5	28.1	30.7	28.8	27	27.6	25.2					26.7	9
2009	22.4	24.3	27.2		30.5	30.1	28.1	29	25.8	25.3	22.3	23.2		26.2	11
2010	22.8			27.1	27.7	28.2	26.2	27	27	25.9	23.9	23.3		25.9	10
2011	22.6	23.9	22.1	26.7	27.7	23.3	26.5	25	27.4					25	9
2012				30.7	32.8	31.5	30.8	33.9	32.2	31.7	25.9	23.8		30.4	9
2013	26.5	30.8	31.9	32.1	32.3	31.6	29	29	28.7	31	31	20		29.5	12
2014	23.8	23.6	30.1	30.2	29.9	29.4	26.6	27.1	26.7	25.9	23.8	21.8		26.6	12
2015	24	27.4	26.3	26.6	27.8	25.9	28	25.5	25.3	28.8	26.1	21.6		26.1	12
2016	23	29.9	29.9	25.7	27.8	29.6	26.8	26.9	26.6	29.6	23.8	23.8		27	12
2017	26.6	27.4	28.1	31.9	33.2	30.9	31.9	32	32.2	26.4	25.1	20.5		28.9	12
2018	21.9	25.4	30.7	31.4	30.7	27.3	27.5	25.8	25.4	24	22.1	22.5		26.2	12
2019	22.6	26.3	29.2	30.4	31.8	28.1	27.4	28.4	27.2	26.2	25.6	23.4		27.2	12

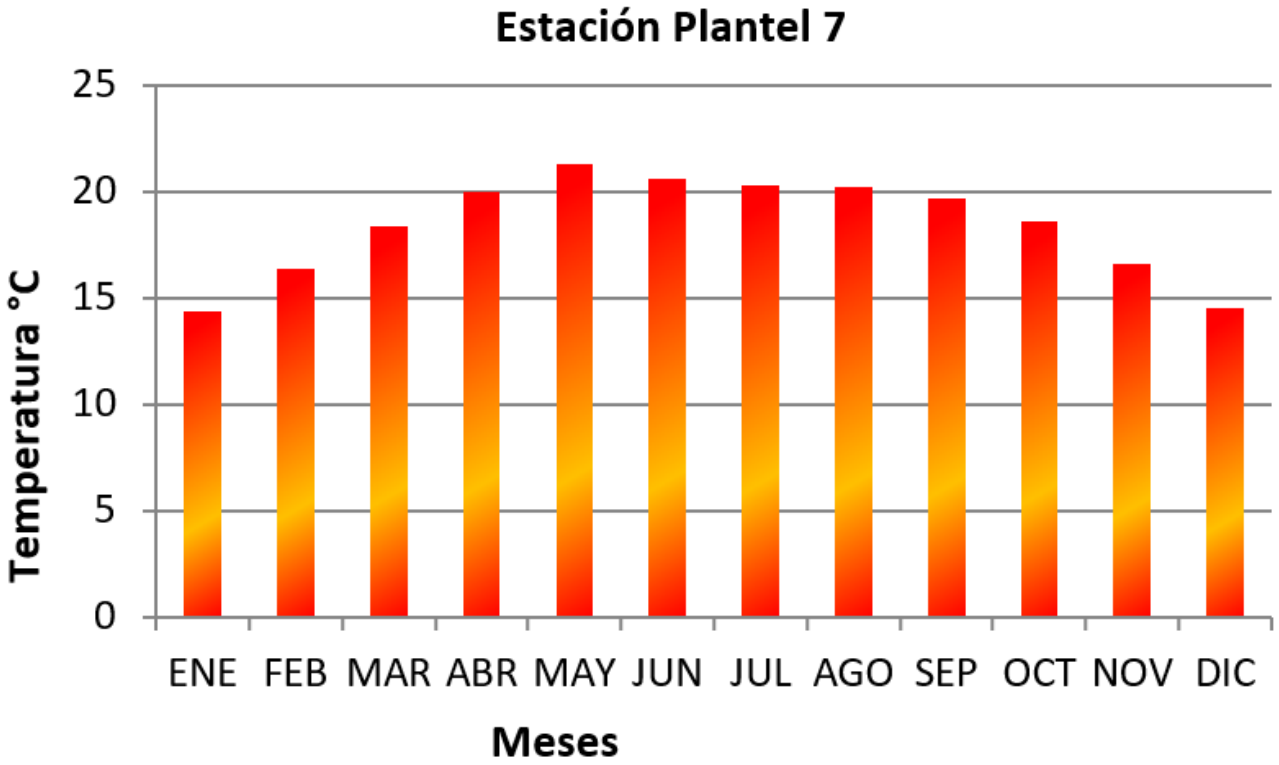
2020	23.3	26.1	27	27		13.8	14.2	27.9	25.9					23.1	8
2021		25.8	26.5	30	28.3	25.4	26	26.3	24.1	25.2	23.4	24.3		25.9	11
2022	24.3	25.9	28.1	28	31.2	26.9	27.8	25.2	24.2	24.8	25.6	25.4		26.4	12
2024	23.8	25.2	28.3	30.9	36	31.9	27.3	26.9	27.1	25.8		24.4		28	11
MÍNIMA	20.5	22.6	22.1	25.2	25.8	13.8	14.2	25	24.1	22.1	21.9	20		23.1	2
MÁXIMA	26.6	30.8	31.9	32.7	36	36.2	31.9	33.9	32.2	31.7	31	25.4		30.4	12
MEDIA	23.3	25.7	27.4	28.7	30.2	28.1	27.5	27.6	26.6	26.1	24.3	22.9		26.6	10.1
DESV.ST	1.4	1.9	2.2	2.2	2.2	4	3.2	2	2.2	2.4	1.9	1.5		1.7	2.8
TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				29	29	29	32	34	32	32	30			30.9	8
1997				42	38	40	35		36	39	28			36.9	7
1998		30	32											31	2
1999							31		32	26	25	24		27.6	5
2000	24	28	29	31	32	31	30	30	30	28	27	27		28.9	12
2001	27	27	32	32	34	31	31	31	28	29	26	26		29.5	12
2002	26	27	30	31	34	29	30	30	28	27	28	27		28.9	12
2003	25	29	31	33	35	32	30	29	28	26	26	26.5		29.2	12
2004	23.5	26	29	28	32	29	29	29	29	28	27	27		28	12
2005	28	28	28	30	33.3	36	33	30	29	28	28	27		29.9	12
2006	25	28	31		32	35	34	29	28	29	27	25		29.4	11
2007	26	28	30	30										28.5	4
2008	28	29	28	33	35	33	31	31	29					30.8	9
2009	27	28	30		36	35	31	32	28	30	27	28		30.2	11
2010	25			30	30	30	29	29	29	28	27	26		28.3	10
2011	25	26	25	29	30	27	29	27	29					27.4	9
2012				34	37	34	34	37	35	35	29	27		33.6	9
2013	29	33	34	36	36	36	33	33	32	34	34	25		32.9	12
2014	27	27	34	33	33	33	32	31	30	29	28	25		30.2	12
2015	27	31	29	29	30	29	31	28	28	32	29	24		28.9	12
2016	28	33	34	28	30	32	29	30	29	34	31	29		30.6	12
2017	30	32	33	34	36	34	37	38	37	32	30	24		33.1	12
2018	25	29	35	33	35	38	30	29	28	28	26	26		30.2	12
2019	26	29	33	33	34	32	30	32	29	29	28	27		30.2	12
2020	29	30	30	30		15	15	30	29					26	8
2021		31	30	31	31	30	28	29	26	29	25	26		28.7	11
2022	27	30	31	30	34	31	32	28	27	28	28	28		29.5	12
2024	27	31	31	33	38	34	32	29	29	29		27		30.9	11

MÍNIMA	23.5	26	25	28	29	15	15	27	26	26	25	24		26	2
MÁXIMA	30	33	35	42	38	40	37	38	37	39	34	29		36.9	12
MEDIA	26.6	29.1	30.8	31.8	33.5	31.8	30.7	30.6	29.8	30	27.9	26.3		30	10.1
DESV.ST	1.7	2	2.4	3	2.7	4.7	3.8	2.7	2.7	3.2	2.1	1.4		2.2	2.8
TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				12.9	12.5	12.4	12.8	14.7	16	15.4	15.2			14	8
1997				13.5	13.4	16.8	17.6		10.9	7.6	6.9			12.4	7
1998		10.3	11.2											10.8	2
1999							12		13.3	8.6	6.5	2.4		8.6	5
2000	3.8	6.1	9.3	11.4	12.1	13.9	13.4	12.8	11.5	10.6	9.3	7.5		10.1	12
2001	7.1	8	11.2	13.2	13.3	12.7	12.5	12.1	12.7	11.1	9.1	8.1		10.9	12
2002	5.6	6	11.2	11.3	11	11.3	10	10.8	12.5	11.6	7.3	3.5		9.3	12
2003	5.4	7.6	10.4	12.3	13.6	13.9	13.2	13.4	13	10.4	9.3	2.9		10.4	12
2004	4.3	6.8	10.3	10.3	11.4	12.7	12.7	12.7	12.5	11.1	7.6	6.6		9.9	12
2005	5	6.8	9	11.6	11	13.5	13.4	13.9	13	11.1	6.9	5.4		10.1	12
2006	5.7	7.6	9		10.3	11.6	11.2	13.5	12.3	12.1	9.2	7.2		10	11
2007	6.2	7.3	9.7	10.8										8.5	4
2008	4	4.9	6.2	9.8	11.6	13.6	13	13.4	13.1					10	9
2009	4.8	5.4	8.1		12.7	13.5	14.4	12.3	14	12.1	7.3	5.3		10	11
2010	9.3			10.2	11.1	13.4	15	13.5	14.4	11.5	12.1	7.3		11.8	10
2011	6.6	8.6	9	13	14	12.4	14.6	13.2	14.8					11.8	9
2012				9	12.4	13.1	13.5	13.3	11.7	10.1	9.7	7.5		11.1	9
2013	7.4	7.8	9	13	14.9	15	14.4	14.2	14.7	11	9.9	6.2		11.5	12
2014	5.2	5.3	9.2	14.1	14.7	14	13.2	12.4	12.2	11.9	8.9	6.7		10.7	12
2015	6.1	7.2	9.8	9.6	12.5	10.6	14.4	11.6	13.6	11.3	11.5	7.5		10.5	12
2016	7	6.1	10.8	10.3	12.5	14.2	12.7	13.9	13	12	8.8	7.8		10.8	12
2017	4.5	6.4	8.1	10.2	13.3	15.2	12.7	12	12.5	11.8	7.4	6.3		10	12
2018	4.4	10.1	11.5	11.4	12.3	13.6	13.5	12.8	13.7	13.9	9.9	6		11.1	12
2019	5.8	9.2	10.2	10.6	12.4	12.3	13.2	13	12.6	11.8	11.2	6		10.7	12
2020	5.3	6.6	7.4	10.8		12.5	12.8	11.7	11.2					9.8	8
2021		7.2	9	10.1	10.4	10.9	11.2	11.2	11.3	9.5	5	4.2		9.1	11
2022	3.6	4.5	6.3	8	10.5	11	11.2	11.4	9.9	9.2	8.2	7.9		8.5	12
2024	5.4	5.9	8.6	12.8	16.9	14.8	14.2	12.9	13.6	10.6		8.8		11.3	11
MÍNIMA	3.6	4.5	6.2	8	10.3	10.6	10	10.8	9.9	7.6	5	2.4		8.5	2
MÁXIMA	9.3	10.3	11.5	14.1	16.9	16.8	17.6	14.7	16	15.4	15.2	8.8		14	12
MEDIA	5.6	7	9.3	11.3	12.5	13.2	13.2	12.8	12.8	11.1	9	6.2		10.5	10.1
DESV.ST	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1	1.3	1.6	2.2	1.8		1.2	2.8

TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				10	8	10	10	11	13	12	12			10.8	8
1997				3	11	15	15		9	1	2			8	7
1998		8	7											7.5	2
1999							9		9	1	2	1		4.4	5
2000	-1	2	6	10	11	11	11	10	9	9	7	3		7.3	12
2001	3	5	8	9	11	10	10	10	10	7	5	4		7.7	12
2002	3	4	10	10	8	10	7	9	8	10	0	0		6.6	12
2003	0	5	7	6	9	11	11	11	10	7	6	1		7	12
2004	1	5	6	6	7	10	10	11	10	7	4	3		6.7	12
2005	2	4	4	9	7	11	11	12	9	5	1	2		6.4	12
2006	3	5	5		7	10	8	10	10	10	3	3		6.7	11
2007	4	5	6	8										5.8	4
2008	1	2	2	7	9	12	10	12	6					6.8	9
2009	1	1	3		11	11	12	10	12	9	3	3		6.9	11
2010	6			7	7	12	11	11	11	7	8	4		8.4	10
2011	4	6	5	10	12	10	12	11	12					9.1	9
2012				6	9	10	12	11	8	5	6	4		7.9	9
2013	5	5	5	11	13	13	13	13	12	6	4	3		8.6	12
2014	0	0	6	12	11	11	11	11	10	7	2	3		7	12
2015	4	4	6	7	10	8	12	9	10	8	9	5		7.7	12
2016	4	3	8	6	10	12	10	12	9	8	6	4		7.7	12
2017	1	1	1	7	10	14	10	8	9	4	2	0		5.6	12
2018	-2	5	8	8	9	12	11	10	12	12	1	0		7.2	12
2019	1	6	8	7	10	9	11	11	11	9	8	2		7.8	12
2020	2	2	4	8		10	11	8	7					6.5	8
2021		5	8	8	8	9	9	9	9	7	3	3		7.1	11
2022	0	1	3	6	8	8	10	9	6	6	6	6		5.8	12
2024	4	2	7	10	13	12	11	11	10	7		6		8.5	11
MÍNIMA	-2	0	1	3	7	8	7	8	6	1	0	0		4.4	2
MÁXIMA	6	8	10	12	13	15	15	13	13	12	12	6		10.8	12
MEDIA	2.1	3.7	5.8	8	9.5	10.8	10.7	10.4	9.7	7.1	4.5	2.9		7.3	10.1
DESV.ST	2.1	2	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.3	1.8	2.8	3	1.8		1.2	2.8
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				19	19.1	19	20.9	22.3	22.7	22.1	19.9			20.6	8
1997				23.1	20.8	26.5	24.6		19.9	16.1	15.2			20.9	7

1998		19	20.4											19.7	2
1999							19.6		18.9	15.4	14.2	11.2		15.9	5
2000	13	15.2	17.9	20	20.8	20.6	20.2	20.1	19.2	17.8	16.9	15.2		18.1	12
2001	15.4	16.9	19	20.4	21.9	20.4	20	19.9	19.4	18.1	15.6	14.9		18.5	12
2002	14.8	15.1	19.4	19.5	21.1	19.3	18.4	19	18.9	18.6	15.6	13.4		17.8	12
2003	13.9	16.5	18.2	21	22	20.7	20.1	20.2	18.9	16.8	16.4	12.9		18.1	12
2004	12.4	14.7	18	18	20.4	19.8	19.8	19.6	18.6	18	16.2	15.9		17.6	12
2005	14.4	15.8	16.9	19.6	21.1	21.8	21.4	20.4	19.8	18.1	15.9	14.6		18.3	12
2006	14.2	16.2	17.8		19.8	21.4	20.8	20	18.4	18.4	16.1	14.8		18	11
2007	14.2	15.8	18.2	19.3										16.9	4
2008	13.9	14.9	15.3	19	21.1	21.2	20	20.5	19.1					18.3	9
2009	13.6	14.9	17.6		21.6	21.8	21.2	20.6	19.9	18.7	14.8	14.2		18.1	11
2010	16			18.6	19.4	20.8	20.6	20.2	20.7	18.7	18	15.3		18.8	10
2011	14.6	16.2	15.6	19.9	20.9	17.9	20.6	19.1	21.1					18.4	9
2012				19.9	22.6	22.3	22.1	23.6	22	20.9	17.8	15.7		20.8	9
2013	17	19.3	20.4	22.6	23.6	23.3	21.7	21.6	21.7	21	20.4	13.1		20.5	12
2014	14.5	14.5	19.6	22.1	22.3	21.7	19.9	19.8	19.4	18.9	16.4	14.2		18.6	12
2015	15.1	17.3	18	18.1	20.1	18.2	21.2	18.6	19.4	20	18.8	14.6		18.3	12
2016	15	18	20.4	18	20.1	21.9	19.8	20.4	19.8	20.8	16.3	15.8		18.9	12
2017	15.6	16.9	18.1	21	23.2	23	22.3	22	22.4	19.1	16.2	13.4		19.4	12
2018	13.1	17.8	21.1	21.4	21.5	20.4	20.5	19.3	19.5	19	16	14.2		18.6	12
2019	14.2	17.8	19.7	20.5	22.1	20.2	20.3	20.7	19.9	19	18.4	14.7		19	12
2020	14.3	16.4	17.2	18.9		13.2	13.5	19.8	18.5					16.5	8
2021		16.5	17.8	20	19.4	18.1	18.6	18.8	17.7	17.4	14.2	14.2		17.5	11
2022	14	15.2	17.2	18	20.9	19	19.5	18.3	17	17	16.9	16.6		17.5	12
2024	14.6	15.6	18.4	21.9	26.4	23.4	20.8	19.9	20.4	18.2		16.6		19.7	11
MÍNIMA	12.4	14.5	15.3	18	19.1	13.2	13.5	18.3	17	15.4	14.2	11.2		15.9	2
MÁXIMA	17	19.3	21.1	23.1	26.4	26.5	24.6	23.6	22.7	22.1	20.4	16.6		20.9	12
MEDIA	14.4	16.4	18.4	20	21.3	20.6	20.3	20.2	19.7	18.6	16.6	14.5		18.4	10.1
DESV.ST	1	1.3	1.5	1.5	1.6	2.5	1.9	1.2	1.4	1.6	1.7	1.3		1.2	2.8

Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, base de datos climatológica nacional, valores extremos, emisión: 16/01/2026, datos disponibles en la base de datos a: January de 2026; con la información suministrada por las unidades administrativas, Estación: 22070, nombre: Plantel 7, estado: Querétaro, municipio: El Marqués, situación: operando, CVE-OMM: latitud: 20.60555556°, longitud: -100.3436111°, altitud: 1850 msnm. https://smn.conagua.gob.mx/tools/resources/normales_climatologicas/med-extr/qro/medex22070.txt



Grafica IV.2. Tempertura media (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

- **Precipitación.**

De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Estación: 22070, nombre: Plantel 7, estado: Querétaro, municipio: El Marqués, para el periodo 1996-2024, la precipitación total anual promedio es de **462.90 mm**; la mayor precipitación total mensual promedio corresponde al mes de septiembre con 271.75 mm y la menor al mes de diciembre con 1.10 mm.

En el área de estudio la precipitación, se puede observar que la mayor parte del año se encuentra por debajo de los 27.00 mm, a excepción de los meses de junio, julio, agosto, septiembre donde se presentan precipitación por encima de los 82.0 mm. En la gráfica IV.2, se presentan los gráficos, donde se observan los comportamientos de precipitaciones en la estación meteorológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

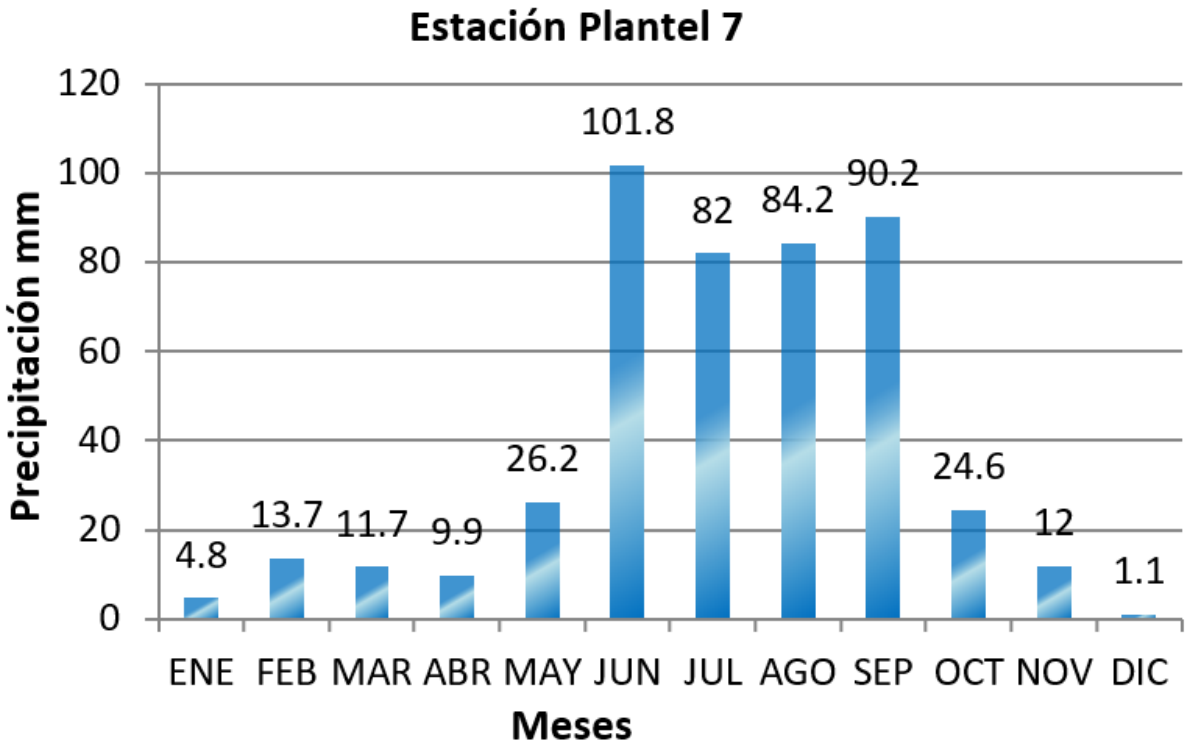
Tabla IV.6. Registros de Precipitación Máxima, Promedio y Mínima registrada en la Estación Meteorológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

LLUVIA MÁXIMA 24 H.															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				0	10	36	22	13	49.5	30.5	10.8		171.8	21.5	8
1997				35	23	50	21		10.7	20	26.4		186.1	26.6	7
1998		12.2	1.2		0.3	36.4	12	33	53		36.3		184.4	23	8
1999		93.5	2	2	2.5	28	28	20	6.4	5	0	0.4	187.8	17.1	11
2000	0	0	0.8	5.5	6.1	43.6	54	30	26.8	5.9	6	1.6	180.3	15	12
2001	3.8	10.5	1.5	0	6.2	32.3	49	56.5	18.3	18.2	1.3	0	197.6	16.5	12
2002	0	0	0	0	14.5	5.6	66.9	33.5	25.1	27.5	17.5	0	190.6	15.9	12
2003	11	0	0	1	13.7	34.8	73	38.5	92	9.9	1.2	0	275.1	22.9	12
2004	4.8	1.6	19	0	53.6	24	24	72.4	53.8	22.9	0	1.6	277.7	23.1	12
2005	3.8	6.9	4	4	1.5	1.2	23.3	69	21.2	7.4	0	0	142.3	11.9	12
2006	21.2	0	8.7		8	12.5	28.5	70.4	18.8	22.9	21	0	212	19.3	11
2007	3.8	26.7	1.6	8.9									41	10.2	4
2008	0.3	2.8	0	7	7.8	40	40.1	27.3	23.8				149.1	16.6	9
2009	7	0	11		9.3	47	11	46.3	128.9	24.5	0.01	7.8	292.81	26.6	11
2010	0			10	2.2	104	15.3	20.5	36.8	1.2	0	0	190.4	19	10
2011	0	0	0	0	1.1	51	11	15.3	44				122.4	13.6	9
2012				0	9.3	31.7	60.5	16.2	32.8	4.5	15	1.7	171.7	19.1	9
2013	0	0	3.7	0.4	70	51.3	74.5	21	16	17.8	12.7	0	267.4	22.3	12
2014	1.5	0	0	13.5	13.8	60	36	19.2	16	4.7	1.9	0	166.6	13.9	12
2015	0	14.5	80.5	15.2	33	34	13		36	23	6.5	2.7	258.4	23.5	11
2016	6.2	0	20	0	33	29.5	38.8	69	21.2	1	3.3	0	222	18.5	12
2017	0	0.4	8.9	7.5	24	32.3	15	19.2	29.9	1	0	0	138.2	11.5	12
2018	9.8	8.6	0	14.8	5.4	22.5	18.4	17.4	20.3	19.6	17.4	0.2	154.4	12.9	12
2019	0	0	0.7	0	20.8	15.9	23.6	17.4	17.5	6.1	3.6	3.4	109	9.1	12
2020	11.3	19.2	16.8	11.3		15	15	11.4	21.1				121.1	15.1	8
2021		0	0	0	0	64	6.9	20.6	26.4	11.6	1.4	0	130.9	11.9	11
2022	0	0	0	0	0	0	0	1.3	18.5	19.8	0	0	39.6	3.3	12
2024	0.96	0	0	0	0	60.3	0.07	0	11.27	0		0	72.6	6.6	11
MÍNIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	0	0	0	39.6	3.3	4
MÁXIMA	21.2	93.5	80.5	35	70	104	74.5	72.4	128.9	30.5	36.3	7.8	292.81	26.6	12
MEDIA	3.9	8.2	7.5	5.4	14.2	35.7	28.9	30.3	32.4	13.3	7.9	0.9	173.3	16.7	10.5
DESV.ST	5.4	19.6	16.8	8.1	17.2	22.2	21.5	21.6	26.2	9.7	10.1	1.9	65.9	5.9	2
LLUVIA TOTAL MENSUAL															

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				0	15	90.7	41.6	48.8	193	57	20.6		466.7	58.3	8
1997				101.3	42.3	123	32.9		11.3	40.3	31.2		382.4	54.6	7
1998		12.2	1.2		0.3	107	20.6	187.4	203.8		43.8		576.6	72.1	8
1999		188.1	2	2	3.5	58.2	58.9	55.5	10.2	5	0	0.4	383.8	34.9	11
2000	0	0	0.8	5.5	7.5	141	88.7	61.1	50.7	6.4	10.9	1.6	374.1	31.2	12
2001	3.8	10.5	1.5	0	11.5	159	212.4	155.9	43.2	22.4	1.3	0	621	51.8	12
2002	0	0	0	0	27.32	12.1	86.5	79.1	105.7	53.43	31.71	0	395.86	33	12
2003	17.72	0	0	1	22.2	86.2	146	120.7	271.75	35.02	1.21	0	701.85	58.5	12
2004	10.1	2.4	34.7	0	70.32	98.6	98.63	212.8	186.62	43.42	0	1.6	759.22	63.3	12
2005	3.8	7.8	9.92	4	1.52	1.21	112.4	131.9	24.3	19.01	0	0	315.89	26.3	12
2006	23.7	0	8.71		14.1	42.6	89.9	185.9	76.94	46.73	22.8	0	511.38	46.5	11
2007	4.6	43.7	2.4	8.9									59.6	14.9	4
2008	0.3	2.8	0	14.5	14.5	79.4	136.4	191.1	68.22				507.25	56.4	9
2009	7.3	0	11		26.5	90.7	27.01	94.9	185.61	39.4	0.01	12.1	494.53	45	11
2010	0			12.4	2.9	118	33.4	44.1	81.9	1.2	0	0	294	29.4	10
2011	0	0	0	0	1.1	132	27.6	40.5	99.2				300	33.3	9
2012				0	13.6	64.2	187.5	46.6	67.2	4.5	23	1.7	408.3	45.4	9
2013	0	0	3.7	0.4	103.2	122	99	37	81.8	40.6	21.1	0	509.1	42.4	12
2014	1.5	0	0	15	35.5	173	90.7	27	59.3	16.1	1.9	0	419.5	35	12
2015	0	16.2	98	30	103.6	145	26.9		92	59.1	10.2	2.7	583.2	53	11
2016	8.4	0	42	0	103.6	98.5	170.5	131.9	24.3	1.41	5.6	0	586.21	48.9	12
2017	0	0.6	21.71	9.5	31.8	96.6	75.6	71.5	132.1	3	0	0	442.41	36.9	12
2018	9.8	15.5	0	17.2	7.8	159	44.2	40.9	96.8	23.9	44.7	0.2	459.8	38.3	12
2019	0	0	0.91	0	22	59.1	73.3	43.2	52.2	16.9	4.5	3.4	275.51	23	12
2020	12.6	27.9	43.1	25.5		209	218	18.9	46.2				601.2	75.2	8
2021		0	0	0	0	203	16.1	76.2	138.2	11.7	1.4	0	446.7	40.6	11
2022	0	0	0	0	0	0	0	1.7	18.5	20.1	0	0	40.3	3.4	12
2024	1.03	0	0	0	0	79.9	0.07	0	15.58	0		0	96.58	8.8	11
MÍNIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2	0	0	0	40.3	3.4	4
MÁXIMA	23.7	188.1	98	101.3	103.6	209	218	212.8	271.75	59.1	44.7	12.1	759.22	75.2	12
MEDIA	4.8	13.7	11.7	9.9	26.2	102	82	84.2	90.2	24.6	12	1.1	462.9	41.4	10.5
DESV.ST	6.6	38.7	22.8	20.9	32.7	54.5	62.7	63	68.1	19.5	14.8	2.7	174.8	17.4	2

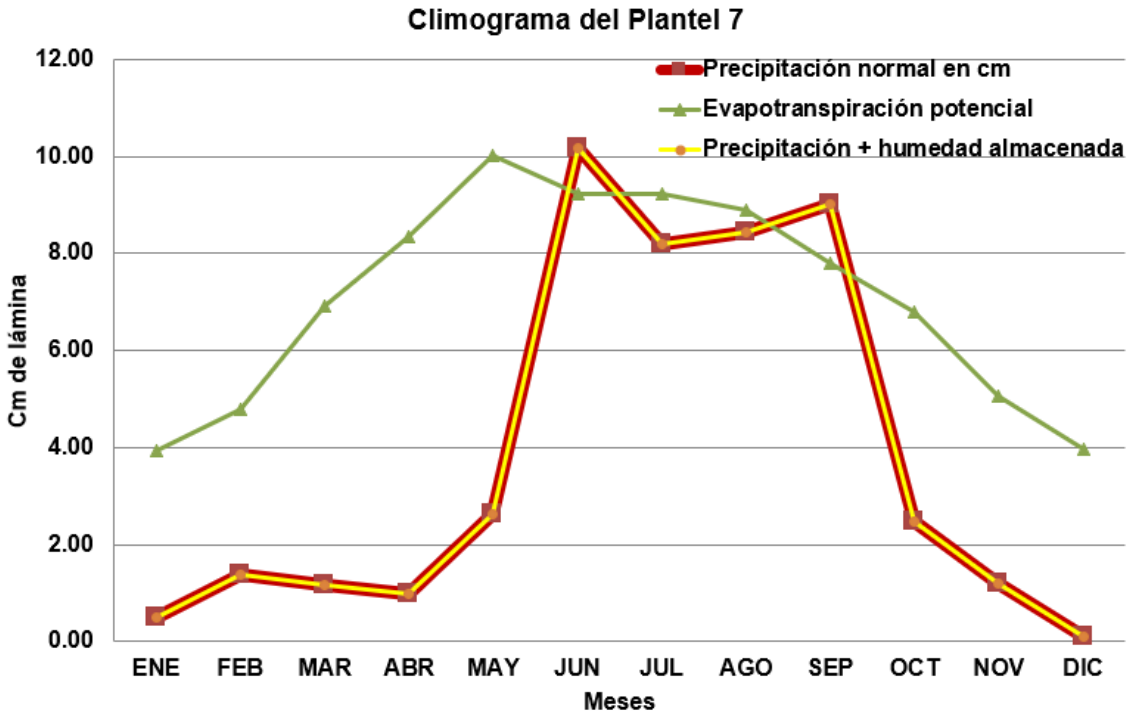
Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, base de datos climatológica nacional, valores extremos, emisión: 16/01/2026, datos disponibles en la base de datos a: January de 2026; con la información suministrada por las unidades administrativas, Estación: 22070, nombre: Plantel 7, estado: Querétaro, municipio: El Marqués, situación: operando, CVE-OMM: latitud:

20.60555556°, longitud: -100.3436111°, altitud: 1850 msnm. https://smn.conagua.gob.mx/tools/resources/normales_climatologicas/med-extr/qro/medex22070.txt



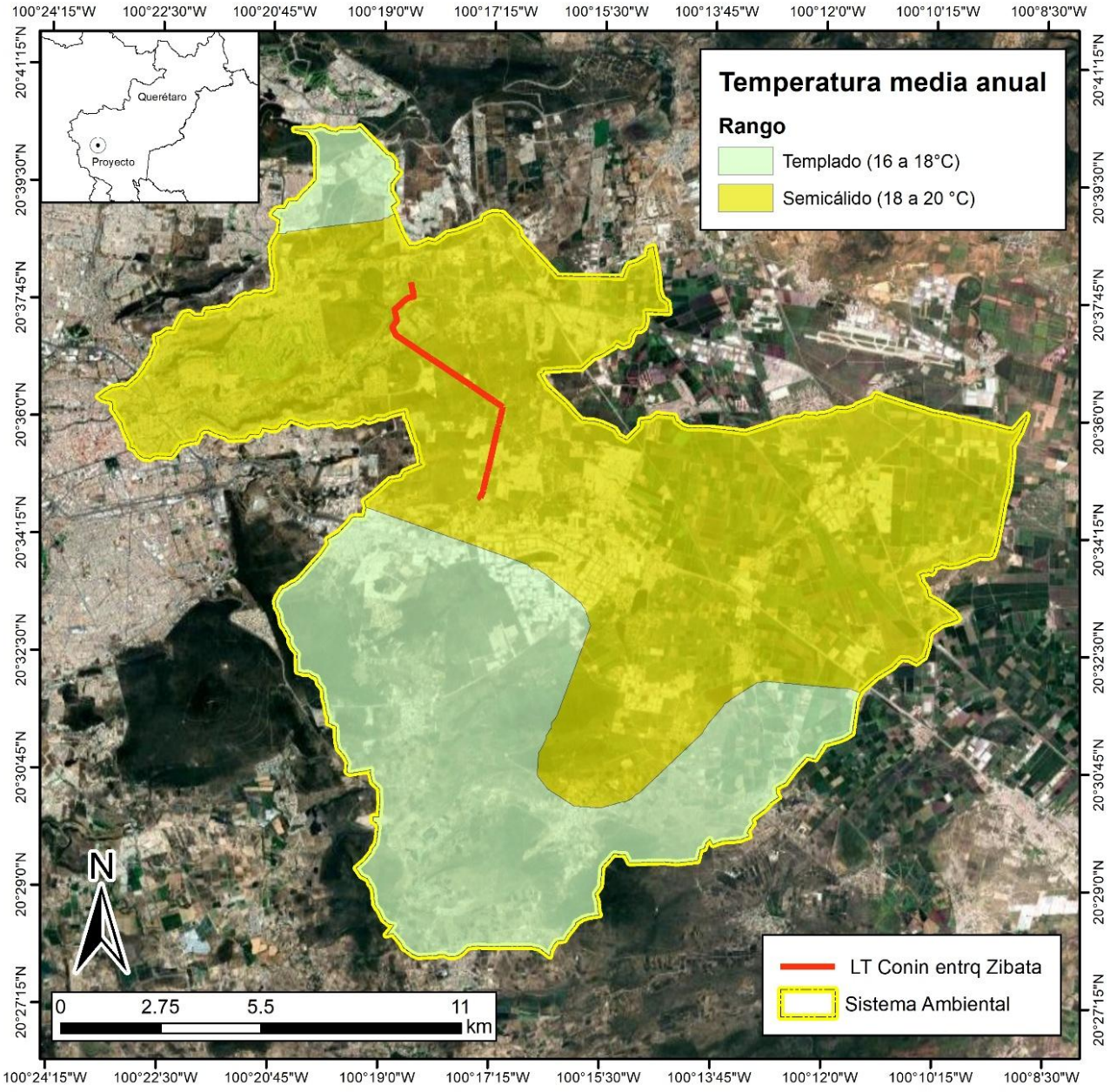
Grafica IV.3. Precipitación media (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

Representación gráfica del clima en el SAR o CHF. Como una forma de representa el clima del SAR o CHF, en la siguiente gráfica IV.4, se ilustra el climodiagrama que representa las temperaturas sobre las precipitaciones para el SAR en un año. Se observa que la temporada de lluvia se presenta de noviembre a abril con precipitaciones por debajo de los 27 milímetros mensuales, presentando todo el año una condición de sequía.



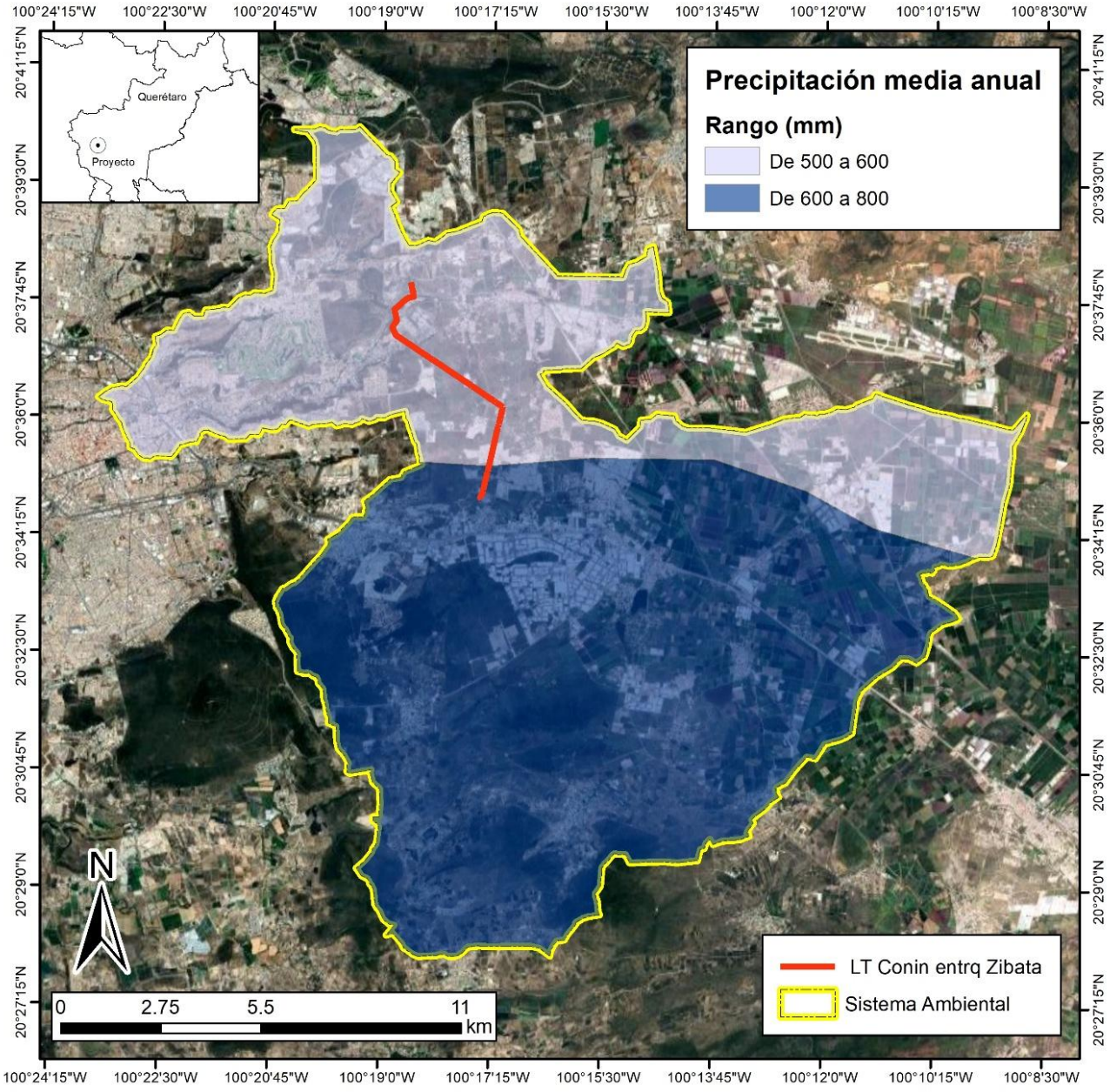
Fuente. estación climatológicas de la región (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

Gráfica IV.4. Climograma. Representación del clima en el SAR, AI y AP



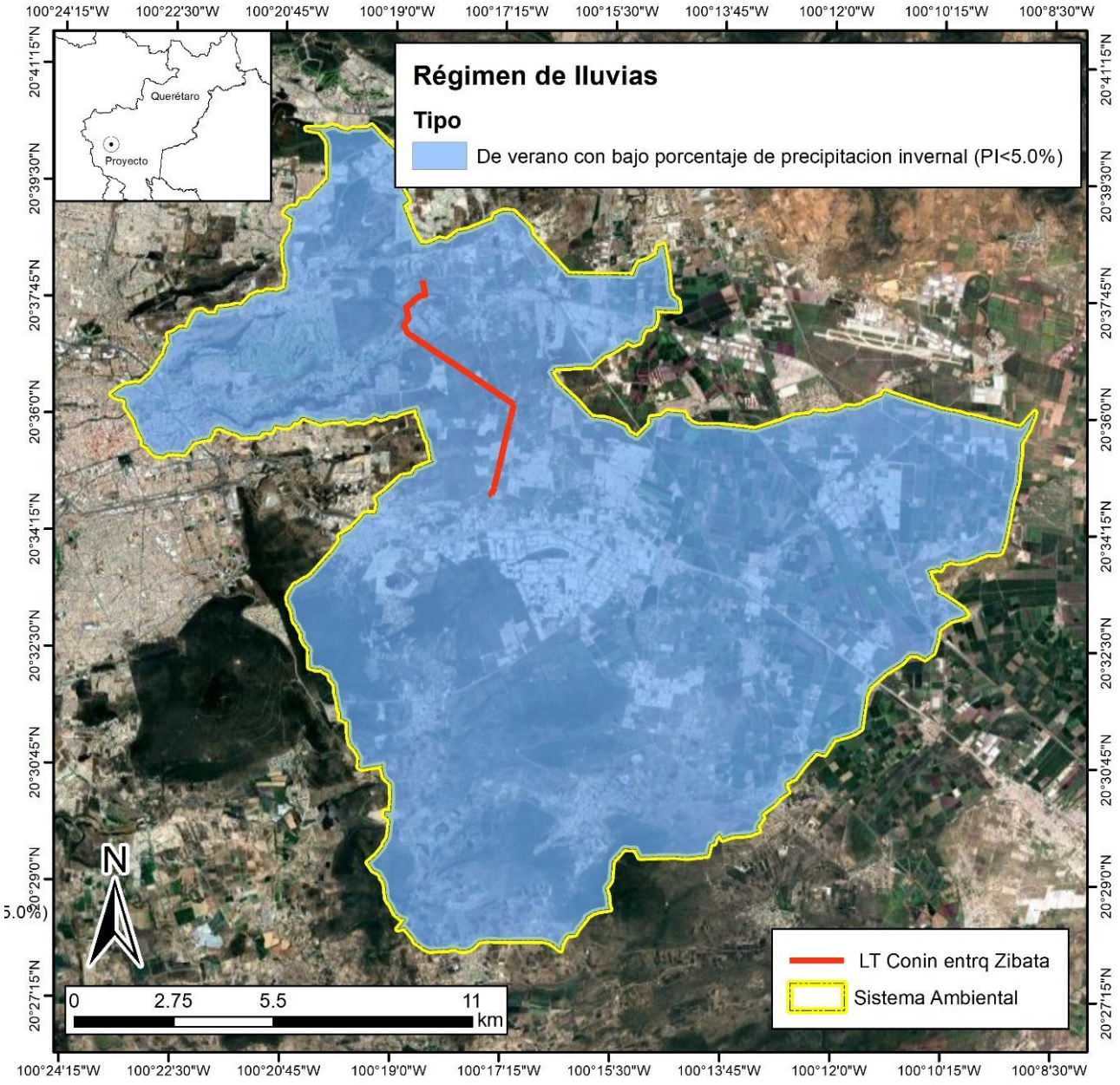
Mapa IV.8. Isotermas registradas para la unidad de análisis.

Temperatura	Área CHF (km²)	%
Templado (16 a 18°C)	96.63	36.34
Semicálido (18 a 20 °C)	169.27	63.66



Mapa IV.9. Isoyetas registradas para la unidad de análisis.

Precipitación (mm)	Área CHF (km²)	%
De 500 a 600	97.66	36.73
De 600 a 800	168.24	63.27



Mapa IV.10. Régimen de lluvias registradas para la unidad de análisis.

Régimen de lluvias	Área CHF (km²)	%
De verano con bajo porcentaje de precipitación invernal (PI<5.0%)	265.90	100

- **Balance climatico**

El balance climático para la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental) se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), citado en Velázquez, *et. al.* 1997, Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo; a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

- **Índice de calor:**

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

- Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{\left(0.000000675*ICA^3 - 0.0000771*ICA^2 + 0.01792*ICA + 0.49239\right)}$$

Dónde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA =Índice de Calor Anual.

1 Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

- Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. HA = 0 y PR < EP, entonces : MH=0
2. HA = 0, HA<10 y PR >EP, entonces: MH = PR – EP (hasta un máximo de 10 cm)
3. HA > 0 y PR < EP, entonces: MH = EP-PR (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

- Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes.
Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

- Demasía de agua en cm (DA):

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el valor absoluto del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

- Evapotranspiración real en cm (ER):

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.

La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).

2. Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
3. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si PR < EP, ER = PR + MH.

- Deficiencia de agua en cm (DE):

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado la el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

- Escurrimiento en cm (E):

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Dónde:

DAN = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

- Relación pluvial:

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Dónde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

La utilidad de estos valores radica en facilitar el análisis directo de la relación entre los valores de la precipitación y la evapotranspiración. A continuación se explica esta relación:

Cuando:	Indica
RP = 0	PR = EP
RP > 0	PR > EP
RP < 0	PR < EP

- Índice de humedad en % (IH):

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100\ x\ DAA}{EPA}$$

Dónde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- Índice de aridez en % (IA):

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100\ x\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- Índice pluvial en % (IP):

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100\ DAA - 60\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

- Concentración térmica en el verano en % (CT):

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100\ x\ \sum EPN}{EPA}$$

Dónde:

EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

La información, resultante de la aplicación de los modelos antes referidos, se presenta en la tabla IV.7.

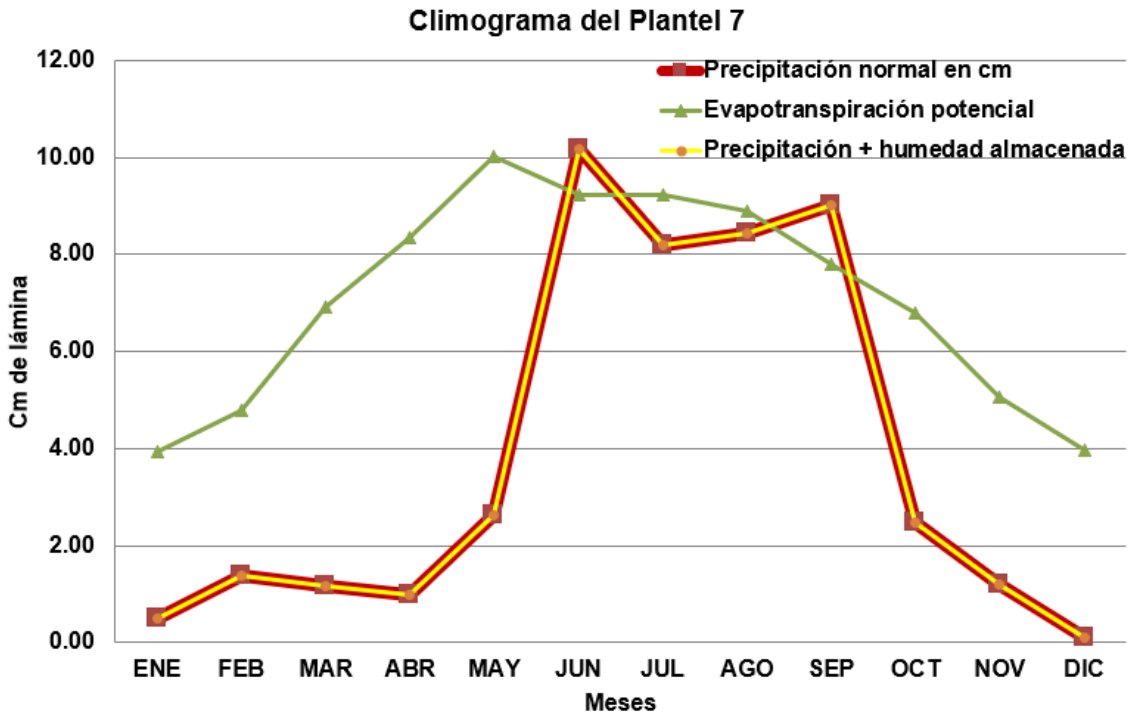
Tabla IV.7. Balance climatico de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EL PLANTEL 7															
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
Temperatura media normal	14.4	16.4	18.4	20	21.3	20.6	20.3	20.2	19.7	18.6	16.6	14.5	18.42	Temperatura media anual	TEA
Precipitación normal	4.8	13.7	11.7	9.9	26.2	101.8	82	84.2	90.2	24.6	12	1.1	462.20		
Precipitación normal en cm	0.48	1.37	1.17	0.99	2.62	10.18	8.20	8.42	9.02	2.46	1.20	0.11	46.22	Precipiración media total anual (Cm)	PARA
Índice de calor mensual (ICM)	4.96	6.04	7.19	8.16	8.97	8.53	8.34	8.28	7.97	7.31	6.15	5.01	86.92	índice de calor anual (promedio)	ICA
Evapotranspiración mensual sin corregir	4.20	5.38	6.71	7.86	8.87	8.32	8.09	8.02	7.64	6.85	5.51	4.25			
Factor de corrección 22 grados	0.94	0.89	1.03	1.06	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	0.99	0.92	0.93			
Evapotranspiración corregida (Tabla del documento)	3.95	4.79	6.91	8.34	10.02	9.24	9.22	8.90	7.79	6.78	5.07	3.96	84.95	Evapotranspiración potencial anual	EPA
Movimiento de Humedad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Humedad Almacenada	0.00	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00			
Demasía de Agua	0	0	0	0	0	0.9436	0	0	1.2269	0	0	0	2.1705	Demasia de agua anual	DAA
Evapotranspiración Real	0.48	1.37	1.17	0.99	2.62	9.24	8.20	8.42	7.79	2.46	1.20	0.11	44.05	Evaporación real anual	
Deficiencia de Humedad	3.47	3.42	5.74	7.35	7.40	0.00	1.02	0.48	0.00	4.32	3.87	3.85	40.90	Deficiencia de agua anual	DEA
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0.4718	0.2359	0	0.6135	0.307	0	0			
Relación pluvial	-0.878	-0.714	-0.831	-0.881	-0.739	0.1022	-0.111	-0.053585	0.1574	-0.637	-0.763	-0.972			

Índice de humedad	2.6	Ligeradamente húmedo
Índice de Aridez	48.15	Gran deficiencia de agua invernal

Evapotranspiración potencial anual	84.95	Cálido
Concentración térmica en el verano	72.86	Con baja concentración en el verano.

Índice Pluvial	-45.59	Tropical



Grafica IV.5. Balance climatico e hidrometereologico de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

Análisis de resultados

Al analizar los resultados de la tabla anterios y el climograma de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)), se puede hacer las siguientes inferencias:

- La Evapotranspiración supera a la Precipitación en los meses de febrero, marzo y abril; significa que toda el agua que se precipita se evapotranspira en los procesos naturales; por lo tanto el movimiento de agua es superficial, es decir, la cantidad de agua precipitada no es capaz de originar ecorrentías en estos meses; por lo tanto el agua de tipo torrencial que acarrean los arroyos intermitentes se originan en las partes altas de la cuenca. Para los meses de noviembre a abril la precipitación es menor a la evapotranspiración.
- Con relación a la humedad y considerando el resultado de sus índices, se tiene que se clasifica como ligeramente húmedo, en tanto que el índice de templado frío, al presentarse gran abundancia de agua todo el año (tanto estival como invernal).

- La concentración térmica en verano es alta, esto debido a que los resultados están por arriba de las temperaturas promedios mensual.

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Debido a la posición geográfica de la región donde se delimita el SAR o CHF, AI y AP, el Proyecto eléctrico quedara sujeto a los efectos de los fenómenos meteorológicos que se presentan escasamente en la región, pero que se consideran para prever las medidas pertinentes en caso de ocurrir.

- **Granizo.**

De acuerdo con los datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional, en la estación Plantel 7 no se ha tenido registro de este fenómeno del periodo 1981 al 2010. En relación, el Alas Nacional de Riesgos, se indica que el SA y al AP se localizan en una zona con peligro Bajo por tormentas de granizo.

- **Heladas**

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 horas; se presentan particularmente en las noches de invierno y suelen acompañarse de una inversión térmica junto al suelo. En ocasiones las bajas temperaturas que se presentan provocan que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente de América del Norte. Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío. Por otra parte, las heladas por advección (desplazamiento horizontal de las masas de aire) suelen tener vientos mayores de 15 km/h y sin inversión térmica. Estas heladas son muy dañinas ya que es muy difícil proteger los cultivos de la continua transferencia de aire frío que está en movimiento. Las Estaciones Climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional, para el municipio El Marqués, no incluye información sobre heladas.

- **Nevadas**

De acuerdo con el Atlas de Riesgos, la mayor parte del municipio El Marqués, así como el SA y el AP se encuentra en un nivel Medio de riesgo a nevadas

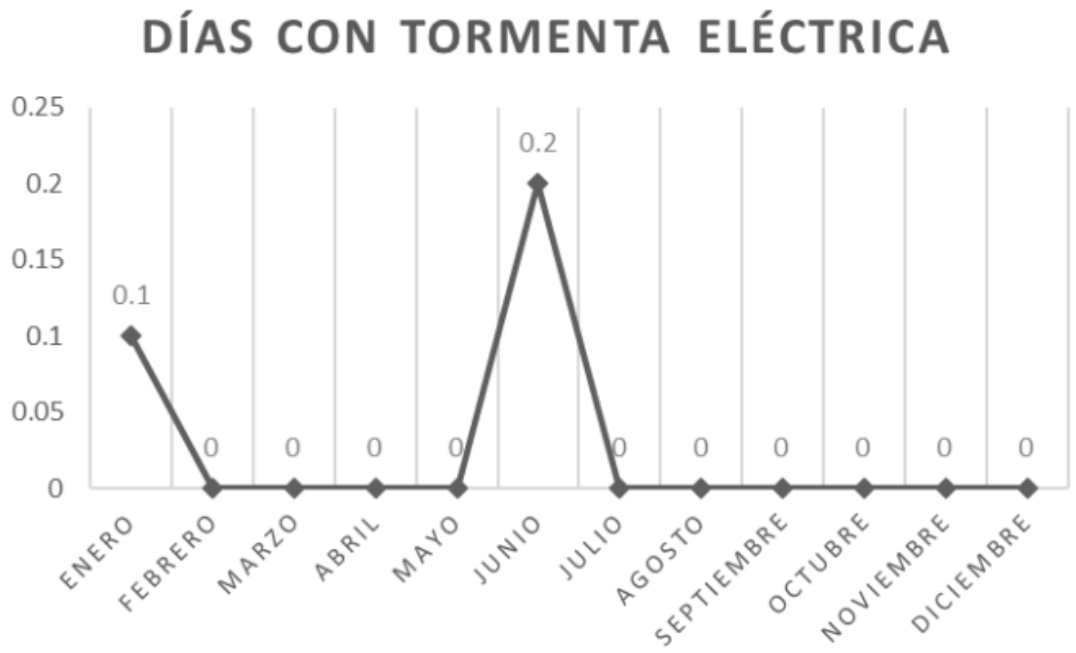
- **Tormentas eléctricas**

De manera similar, las tormentas eléctricas son poco frecuentes en la zona del Proyecto, de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional. La estación más cercana, arroja datos que en promedio de días anuales es de 0.30 en un periodo de 29 años.

Tabla IV.8. Días de Tormenta Eléctrica para la Estación Plantel 7

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Datos (días)	0.1	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0.3

Como se aprecia, durante los meses de lluvia suele presentarse el fenómeno de tormentas eléctricas, sin embargo, en junio se registra la mayor presencia con 0.2 días de este fenómeno.



- **Niebla**

En un periodo de 29 años (1981 al 2010) se tienen registrados 3.10 días con presencia de neblina como se observa en la siguiente tabla:

Tabla IV.9. Días de Neblina para la Estación Plantel 7

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Datos (días)	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.8	0.2	1.7	0.1	3.1

Los días con neblina varían conforme a la humedad y temperatura, razón por la cual se presenta con mayor frecuencia en los meses más fríos como son de septiembre a noviembre, teniendo el pico de incidencia en noviembre con 1.7 días.



- **Sequía**

En cuanto al este fenómeno, el Atlas Nacional de Riesgos muestra que el Sistema Ambiental y Área del Proyecto se presenta una clasificación de sequía Muy severa.

La sequía es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativos, ya que sus efectos están directamente

relacionados con las actividades humanas; es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la ocurrencia de la sequía es discutible. La sequía ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Cuando la cantidad de precipitación durante la temporada de lluvias no es suficiente para cubrir las necesidades de la población de la región, se origina un déficit de agua dando lugar a la sequía, la cual se puede prolongar por varios años, y que termina hasta que las lluvias satisfagan el déficit de agua.

La Comisión Nacional del Agua señala que si siguen los actuales patrones de sobreexplotación de acuíferos y contaminación de los cuerpos superficiales, en 25 años, México padecerá escasez del recurso en varias ciudades, verá frenado su desarrollo, sufrirá el colapso de varios de sus ecosistemas y registrará problemas de salud pública.

Los dos periodos durante los cuales hubo sequía dentro del territorio en estudio fueron 1960-1964 y 1993-1996; en ambas ocasiones la intensidad del fenómeno fue media, es decir, que el grado de afectación según el índice de Palmer fue de - 3.0 a - 1.5 PSDI. Nótese que en los dos periodos la duración fue superior a 3 años.

Ahora bien, en la zona en estudio no ha estado exento de problemas relacionados a las sequías en los años recientes. Como queda asentado en el registro de la frecuencia histórica de las sequías que reporta el Servicio Meteorológico Nacional a través del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), se pueden observar los periodos de sequías que ha sufrido desde el año 2008 a mayo del 2015.

- **Evaporación**

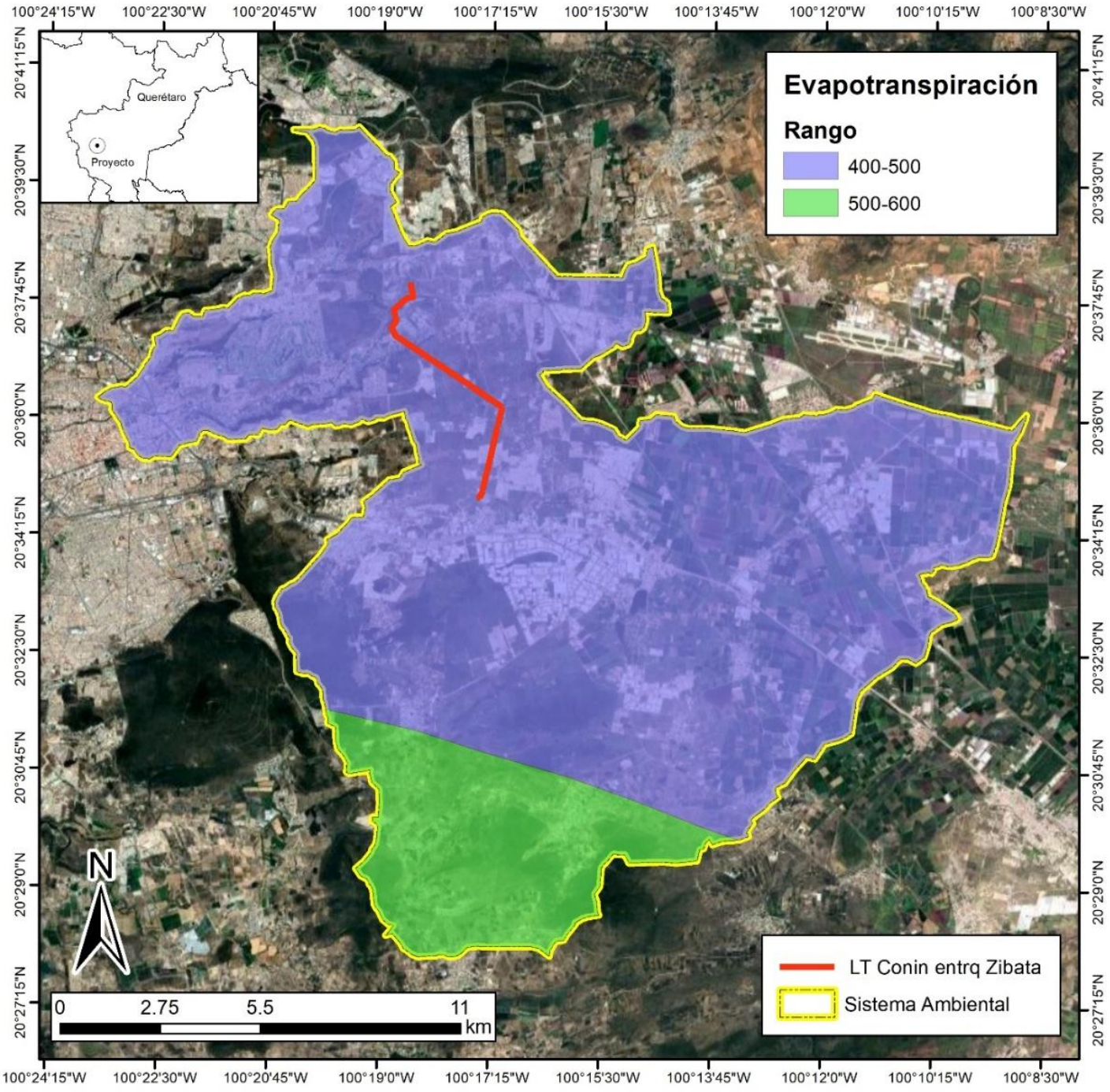
La evaporación potencial media anual dentro del área del proyecto se encuentra en el rango de 2,050 a 2,200 mm, valores que sobrepasan por mucho a la precipitación pluvial, razón por la que se considera al clima como semiárido. Para este fenómeno meteorológico no se tienen datos exactos del municipio, así como de la estación climatológica

Tabla IV.10. Número de días con evaporación total

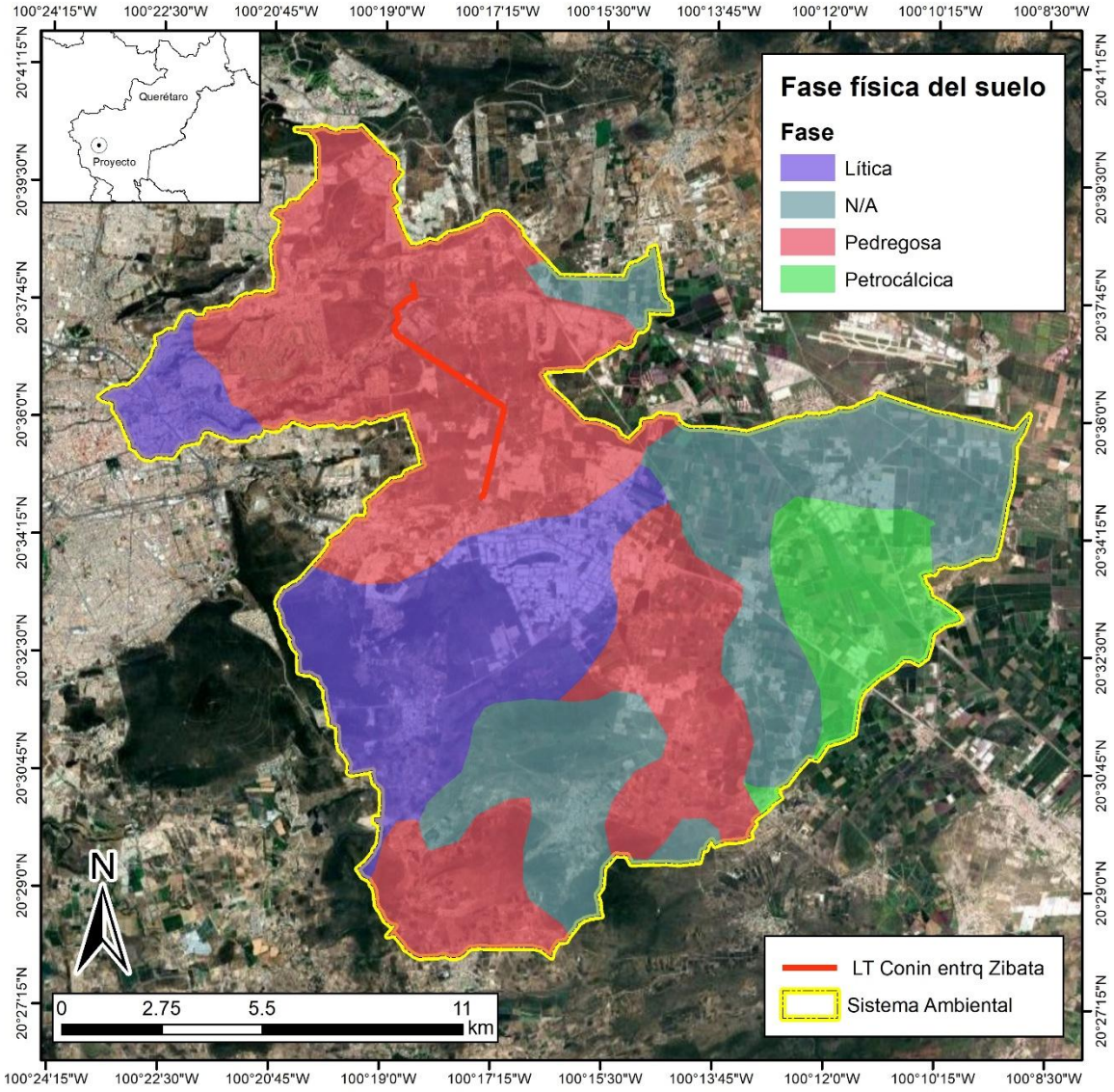
EVAPORACIÓN MENSUAL															
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	PROM	MESES
1996				134.7	113.6	129					27.89		405.28	101.3	4
1997				127.4	74.26	21.4	148.6		92.63	68.96	56.69		589.88	84.3	7

EVAPORACIÓN MENSUAL															
1998		134.5			103.99	144	6.2	44.18	105.51		70.42		608.42	86.9	7
1999	8.4	26	97	79	90	73	127.8	65	67				633.15	70.3	9
2000		54	116	98	123	148		132.7	83.22	104.2	111.87	112	1082.76	108.3	10
2001	96.35	115	135.35	120.2	150.09	158	151.3	183	189.32	203.4	178.92	142	1822.79	151.9	12
2002								13.7					13.7	13.7	1
2004								134.6	153.35	149.4	75.15	76.9	589.34	117.9	5
2005	108.8	67.13	163.95	163	176.4	171	200.2	129.3	109.88	117	75.35	99.9	1581.98	131.8	12
2006	70.76	83.7	97.54								102.78	109	464.01	92.8	5
2007	151.1	133.8	117.41	150									552.28	138.1	4
2008	58.93	77.07	90.33	136.6	158.26	135	138	145.7	95.11				1035.17	115	9
2009									148.7				148.7	148.7	1
2010	73.2			105.7	87.52	90.6	114.9	76.32	93.41	116	121.83	127	1006.75	100.7	10
2011	142.9	117.5	135.03	138.9	146.49	155	166.3	152.7	154.05				1308.95	145.4	9
2012				146.2	160.76	153	168.4	147.8	152.71	119	100.12	84.9	1232.97	137	9
2013	65.34	141.4	163.22	210.2	222	198	146.5	149.6	137.72	153.9	158.54	95.9	1842.55	153.5	12
2014	100.6	71.2	192.99	179.6	187.79	186	120.5	105.9	108.47	89.54	116.76	93.2	1552.65	129.4	12
2015	117.7	102.7	111.95	125.8	145.66	121	141.2	125.3	114.16	114.7	63.7	79.5	1363.65	113.6	12
2016	92.4	119.7	133.53		145.66	169	166.3	125.7	109.68	84.56	60.51	60.4	1267.67	115.2	11
2017	100.5	102.8	151.15	153.3	190.52	149	138.8	129.1	122.75	96.51	70.87	57.2	1462.29	121.9	12
2018	86.07	81.68	154.21	169.3	176.96	180				97.6	81.35	69.2	1096.54	121.8	9
2019	92.89	111.5	146.66	159	171.24	119	117.9	137.1	114.06	94.14	95.4	87.6	1446.3	120.5	12
2020	81.65	94.78	102.48	114		65	232		12.11				702.05	100.3	7
2021			24.38			35.2					25.37	22.2	107.08	26.8	4
2022	80	58	73	93	81	65.6	70.59	88.7		2.39			612.29	68	9
MÍNIMA	8.4	26	24.38	79	74.26	21.4	6.2	13.7	12.11	2.39	25.37	22.2	13.7	13.7	1
MÁXIMA	151.1	141.4	192.99	210.2	222	198	232	183	189.32	203.4	178.92	142	1842.55	153.5	12
MEDIA	89.9	94	122.6	137	142.4	127	138.6	115.9	113.9	107.4	88.5	87.8	943.4	108.3	8.2
DESV.ST	32.6	31.5	39.2	32.3	41.8	50.2	49.3	42.8	38.8	44.1	39.9	29.7	526.6	34.9	3.5

Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, base de datos climatológica nacional, valores extremos, emisión: 16/01/2026, datos disponibles en la base de datos a: January de 2026; con la información suministrada por las unidades administrativas, Estación: 22070, nombre: Plantel 7, estado: Querétaro, municipio: El Marqués, situación: operando, CVE-OMM: latitud: 20.60555556°, longitud: -100.3436111°, altitud: 1850 msnm. https://smn.conagua.gob.mx/tools/resources/normales_climatologicas/med-extr/qro/medex22070.txt

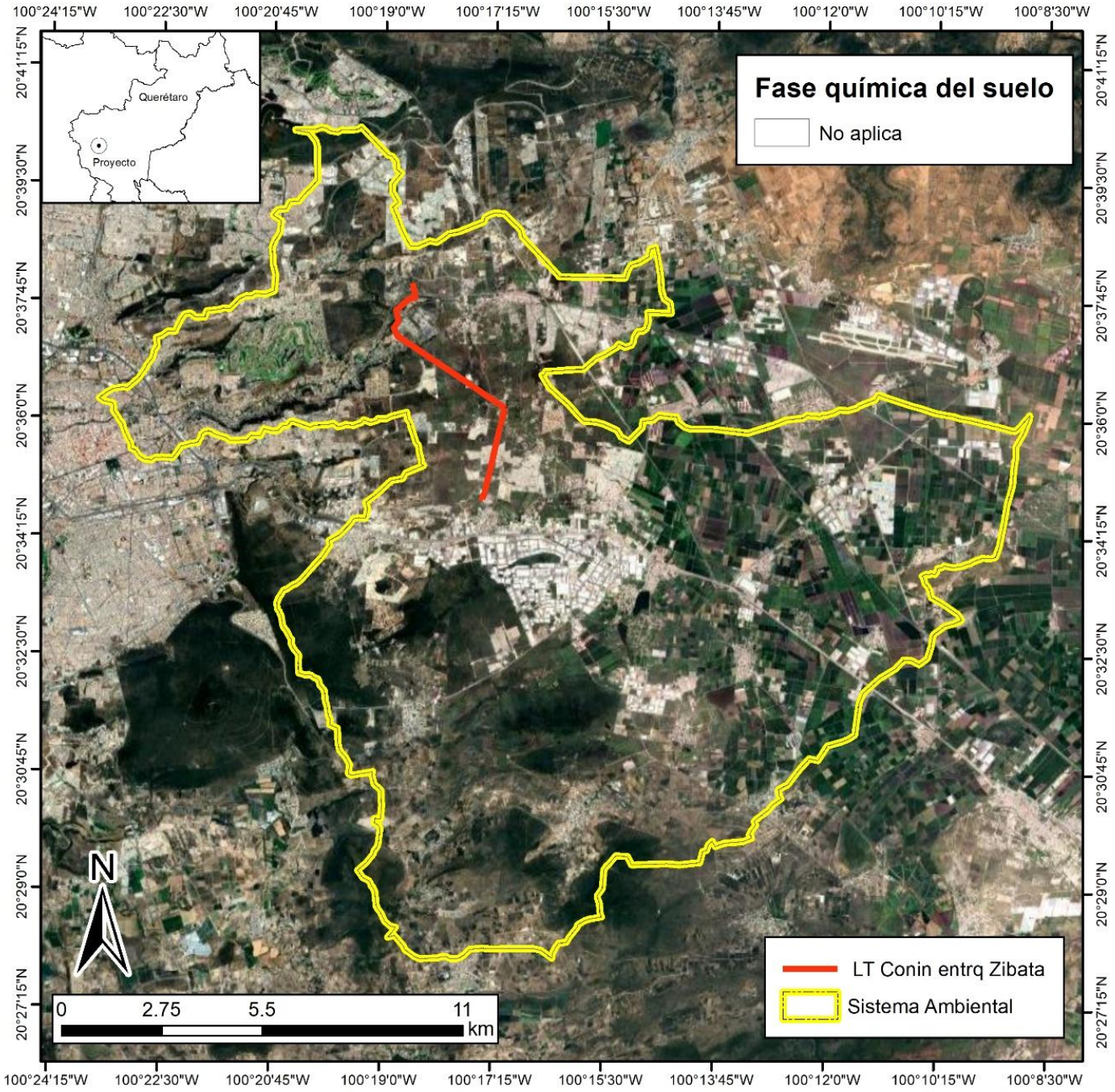


Mapa IV.11. Evapotranspiración de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

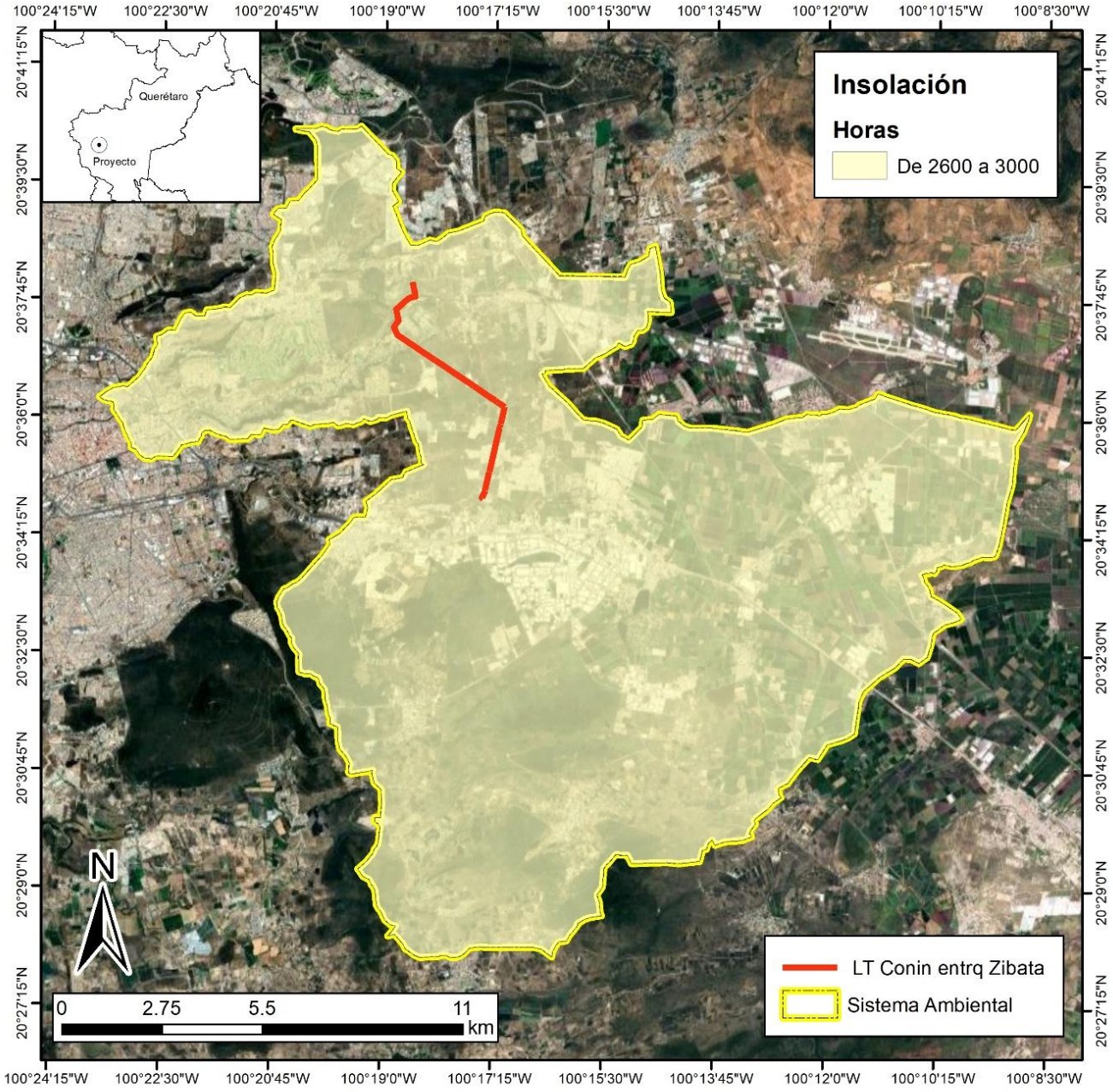


Mapa IV.12. Fase física del suelo de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

Fase física del suelo	Área (km²)	%
N/A	69.17	26.01
Lítica	55.44	20.85
Pedregosa	119.84	45.07
Petrocálcica	21.44	8.06

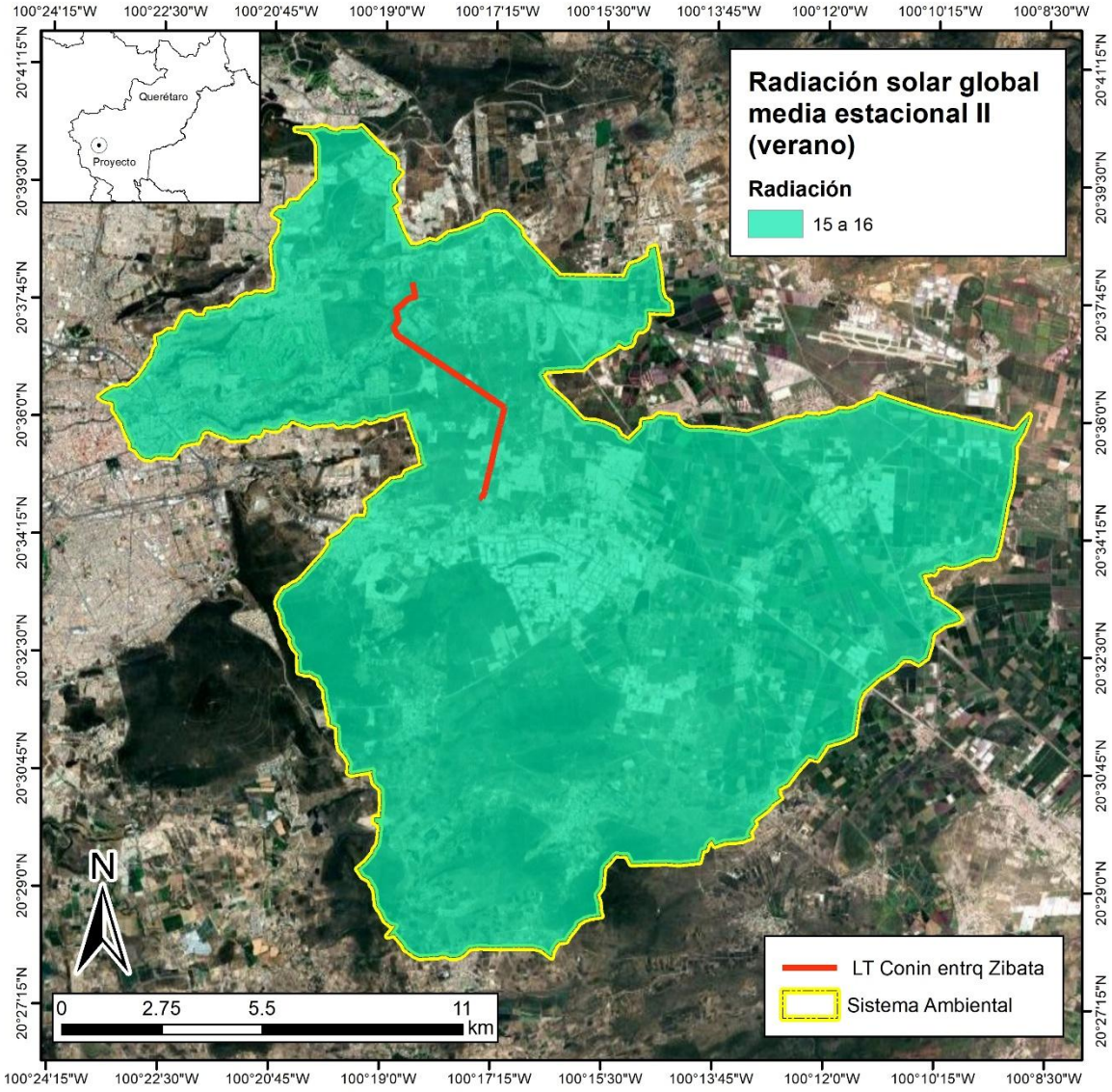


Mapa IV.13. Fase química del suelo de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto



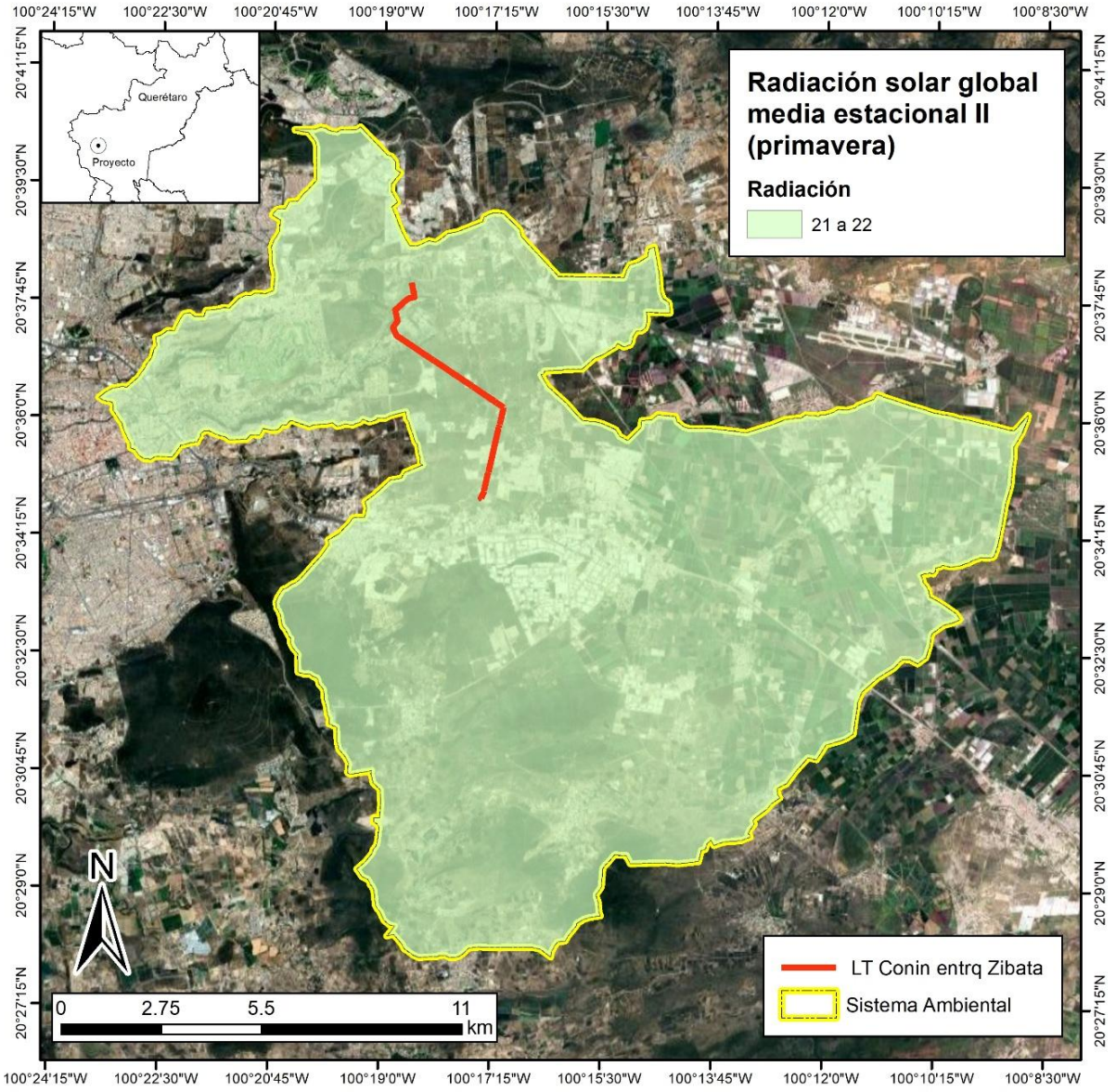
Mapa IV.14. Insolación de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

Insolación	Área (km²)	%
De 2600 a 3000	265.90	100



Mapa IV.15. Radiación solar global media estacional II (verano) de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

Radiación solar global media estacional II (verano)	Área (km²)	%
16 a 17	16,543.49	100



Mapa IV.16. Radiación solar global media estacional II (primavera) de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

Radiación solar global media estacional II (primavera)	Área (km²)	%
20 a 21	16,543.49	100

- **Viento**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo.

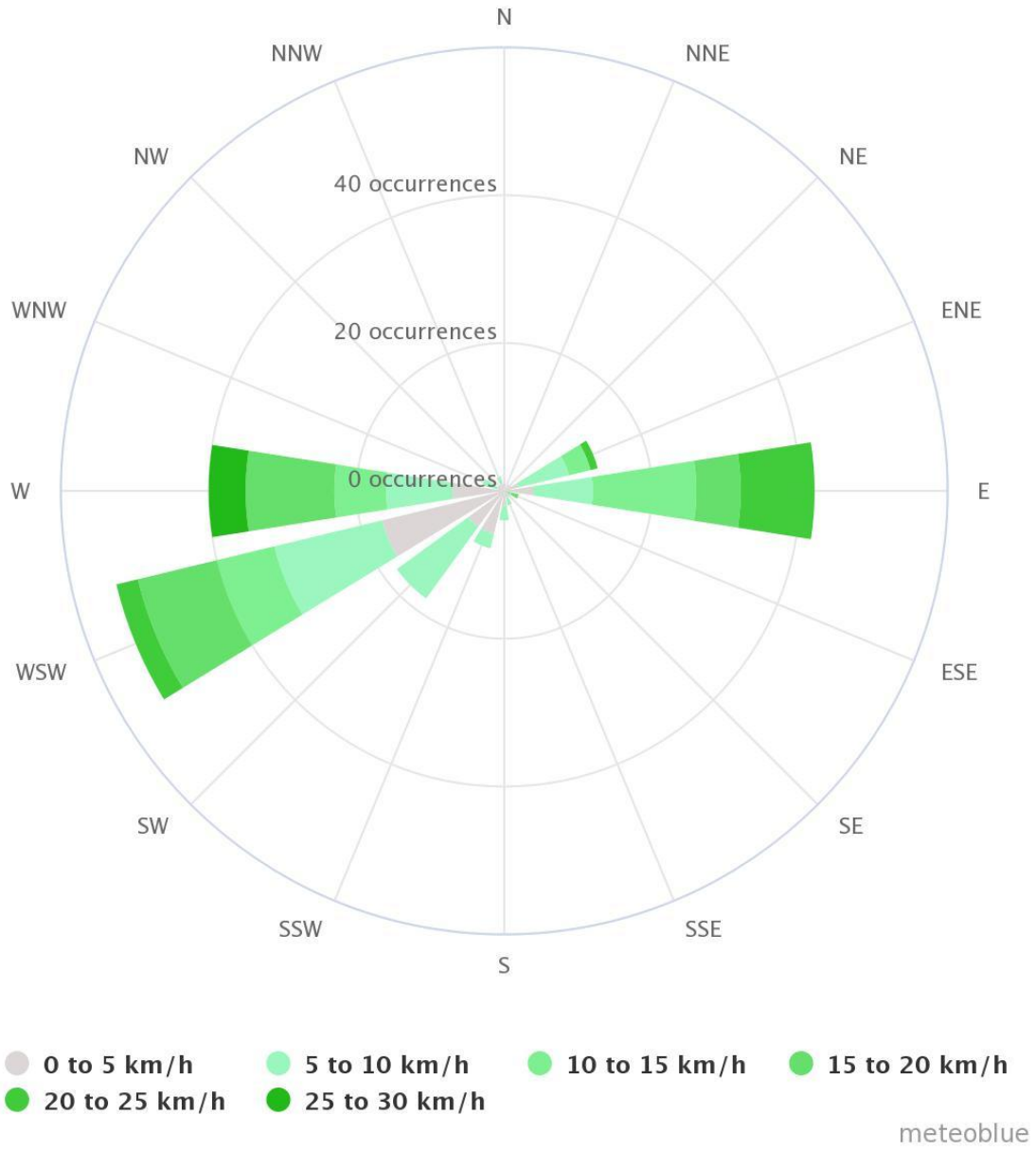
El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.4 meses, del 28 de mayo al 9 de octubre, con velocidades promedio del viento de más de 12.3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 28 de junio, con una velocidad promedio del viento de 13.7 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.6 meses, del 9 de octubre al 28 de mayo. El día más calmado del año es el 21 de diciembre, con una velocidad promedio del viento de 10.9 kilómetros por hora.

El viento con más frecuencia viene del oeste durante 1.4 meses, del 29 de febrero al 12 de abril, con un porcentaje máximo del 39 % en 27 de marzo. El viento con más frecuencia viene del este durante 11 meses, del 12 de abril al 28 de febrero, con un porcentaje máximo del 41 % en 1 de enero.



Grafica IV.6. Rosa de los vientos con información al año 2020, de la Estación Meteorológica del aeropuerto Ciudad de Querétaro.

Riesgos hidrometeorológicos

En el SAR existe una amplia superficie con algún tipo de riesgo hidrometeorológico. Entre zonas susceptibles de derrumbes o desprendimientos, de deslizamientos y de inundaciones.

Nivel de inundación

Para el área de influencia del proyecto se considera que hay un nivel bajo de inundación, aunque la línea de alta tensión se localizan en las partes planas de valles y reciben agua de escurrimientos provenientes de la sierra, y los cerros contiguos, el agua que llega a los valles fluye rápidamente, debido a la diferencia en altitud y al material geológico del área. Los eventos hidrometeorológicos naturales como lluvias muy intensas, inundaciones y otros fenómenos relevantes. Las zonas de mayor riesgo, sobre todo de erosión hídrica se encuentran en sierras y laderas convexas y abruptas, como las que se presentan al norte de los municipios.

Fenómenos climatológicos.

Dentro de las diferentes contingencias, las de origen hidrometeorológico junto con las de origen químico son las que más daños generan a la población, las de mayor importancia por su periodicidad son las sequías y las bajas temperaturas y en menor escala las tormentas severas y granizadas. Debido a la posición geográfica del área de estudio, así como al tipo de clima no se presentan con frecuencia fenómenos meteorológicos como huracanes o tormentas tropicales, ocasionalmente se pueden presentar tormentas eléctricas, las cuales coinciden con la época de lluvias. Por general, se presentan los siguientes fenómenos climatológicos:

Sismicidad

La gran actividad sísmica de México se presenta en la siguiente figura, estos sismos provienen de dos principales zonas: la primera en las Costas del Pacifico, con sismos provocados por la subducción de la Placa de Cocos bajo la Norteamericana (limites convergentes), y la segunda en la parte centro del país, con sismos intraplaca que se forman dentro del continente y son generados por la dinámica de fallas activas.

Dentro del municipio no se tienen hasta el momento elementos y/o evidencias claras de una zona altamente sísmica. Sin embargo, por sus características geológicas y su cercanía y/o

relación con sistemas de fallas activas y algunos epicentros cercanos se considera una zona con nivel de riesgo sísmico bajo.

En base al Catálogo de Sismos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) dentro del área de estudio del proyecto no se tiene localizado ningún epicentro; el más cercano se encuentra a una distancia de 50 kilómetros hacia el extremo sureste; este tuvo una magnitud de 3.7 en la Escala de Ritcher a una profundidad de 5 km ocurrido el 29 de Enero de 1998.

Inundaciones

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de arroyos, ríos o represas, o bien de escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Las inundaciones son uno de los peligros más comunes en la zona de estudio; a menudo las inundaciones se desarrollan lentamente, pero las más dañinas son repentinas e incluso finalizan en sólo unas horas. Las inundaciones ocurren sobre los márgenes de un canal o arroyo definido, pero también pueden generarse por la confluencia de aguas en zonas bajas. En este sentido es necesario acotar que las inundaciones a nivel municipal ocurren cuando un drenaje es sobrepasado en su capacidad. Los efectos individuales de las inundaciones generalmente son muy locales, afectando a un grupo de casas o algunas calles, pero el efecto sumado de varios puntos de inundación en un mismo evento, aqueja grandes porciones del municipio.

Debido a la particular configuración del municipio, el riesgo de inundación es muy alto en varias colonias de las zonas urbanas de los municipios, debido a que las aguas pluviales se acumulan en áreas con deficiente drenaje, o bien escurren por cayes que hacen de arroyos en épocas de lluvias, en zonas ocupadas por viviendas u otras edificaciones urbanas. Aunque en la mayoría de los casos existen obras de infraestructura destinados a drenar las aguas de las zonas altas, estas se llegan a ver sobrepasadas, provocando encharcamientos e inundaciones en zonas habitadas y con infraestructura vial. Además, son también susceptibles las áreas bajas, que aunque no están cerca de los arroyos y canales, pueden inundarse debido a que se ubican en zonas bajas.

El relieve sobre el que se encuentra el área de estudio es principalmente una llanura aluvial, con algunas zonas de lomeríos; esta área, de forma natural, es la zona de acumulación y paso de las aguas de los lomeríos y sierras circundantes, de tal manera que las zonas de inundación se han constituido como tales debido a los bloqueos de los cauces naturales por la urbanización. La dirección general de los escurrimientos superficiales es hacia el Oeste de la subcuenca RH12Hd, siendo esta área donde se ubica la ciudad, por ser la zona más plana. Estos cauces transportan el agua hacia la ciudad, donde se acumula en diferentes puntos, según la microtopografía local y las obras de urbanización (entra las cuales es de particular importancia el sistema de drenaje). A esta área se le denominó microcuenca.

Geología y geomorfología

- **Fisiografía.**

Respecto a la fisiografía de la presente Cuenca hidrográfica, debemos señalar que la carta fisiográfica del INEGI presenta las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido el país, de acuerdo con su geología y topografía.

Es oportuno señalar que esta cartografía ofrece una visión general de las formas del relieve que caracterizan el Territorio Nacional, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, el cual resulta útil para la realización de estudios interdisciplinarios, académicos y científicos en aspectos ambientales y como herramienta para estudios de las regiones naturales del país. El área estudio recae en la se localiza en la provincia fisiográfica **Eje Neovolcánico**, la cual a su vez se divide en la Subprovincia Fisiográfica “Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo” como se puede apreciar en la tabla IV.11. y se visualiza en los mapas IV.17 y 18.

Tabla IV.11. Provincia y subprovincia fisiográfica de la Cuenca Hidrológica Forestal

Provincia	Subprovincia	Superficie (km²)	Porcentaje
Eje Neovolcánico	Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	44 774 97	100

Provincia Eje Neovolcánico

La **Región fisiográfica Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico**, es una provincia que se encuentra ubicada en el centro del territorio mexicano; Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continua hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° latitud Norte, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud. Políticamente abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

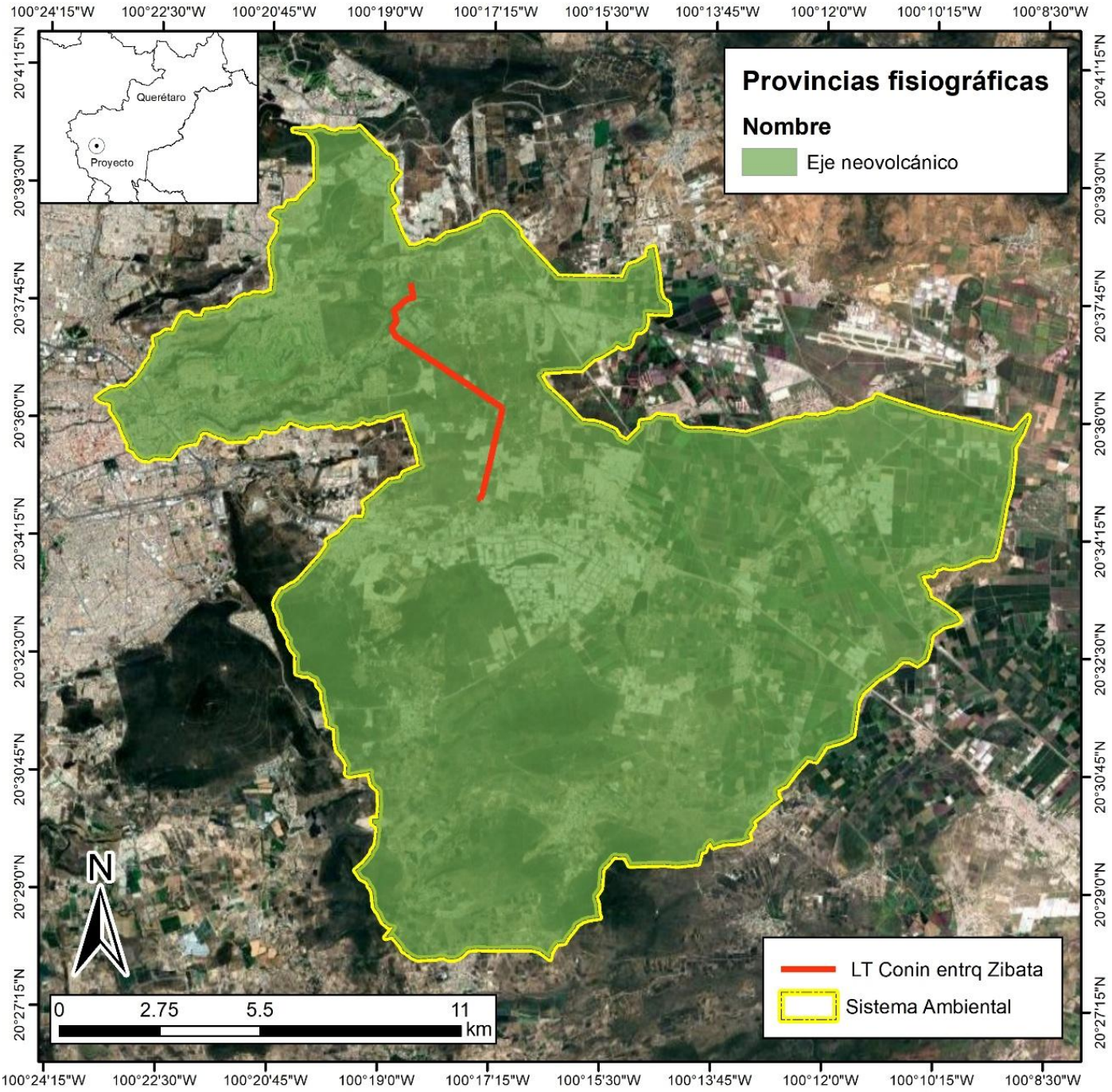
Está delimitada al Norte, por las provincias (Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, y Llanura Costera del Golfo Norte); al Oeste, por el Océano Pacífico y la provincia de Sierra Madre del Sur; Al Sur, por las provincias de (Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur); y por el Este, por el Golfo de México. La Sierra Volcánica Transversal es la provincia más alta del país, así como una de las de mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica. En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatépetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del mal llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago. En el Eje Neovolcánico nacen dos de los ríos más importantes de México: el Río Lerma y el Balsas, conocido también como Mezcala. Su flora es característica de los bosques templados, además de contar con bosques de coníferas y vegetación propia de los glaciares de alta montaña. Esta importante estructura determina el límite físico entre el Norte América y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico. En el área de estudio se encuentran áreas que corresponden a la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo

Esta subprovincia tiene una superficie de 44 774 97 km² dentro del estado, lo que representa el 42.37% del territorio de la entidad. Comprende en su totalidad los municipios de Ezequiel Montes, Corregidora, y parte de los de Amealco, Huimilpan, Pedro Escobedo, Querétaro, El Marqués, Colón, Cadereyta de Montes y Tolimán. La subprovincia se extiende desde el oeste de la ciudad de Querétaro hasta Pachuca, Hidalgo. En este mismo sentido, de poniente a oriente, presenta un corredor de lomeríos bajos y llanuras. Este queda encerrado por sistemas de sierras, mesetas y lomeríos, casi todos de origen volcánico, que exceden los 2 000 m. Sólo una cumbre, la del cerro Nopala, al sur de Huichapan, Hidalgo, pasa los 3 000 m.s.n.m. Es precisamente a un lado de esa población donde se encuentra una de las estructuras más extraordinarias de toda la provincia, la caldera de Huichapan. En la subprovincia dominan las rocas lávicas basálticas, pero el "corredor" antes mencionado tiene piso de aluviones antiguos

Los aluviones recientes se ubican principalmente al oeste de la ciudad de Querétaro. Casi toda la subprovincia está comprendida dentro de la cuenca del Panuco, con os ríos San Juan, Tula y Tulancingo; sólo el área de la ciudad de Querétaro corresponde a la cuenca del Lerma. El paisaje en Querétaro es de amplias áreas planas o levemente onduladas, a las que interrumpen sistemas de sierras separadas unas de otras. La zona de Amealco es de particular interés por su pequeño pero vistoso cañón del río Los Zúñiga, que alimenta a la presa Constitución. Al noreste de San Juan del Río, en una meseta asociada con lomeríos, se inicia el imponente cañón del Moctezuma, límite entre Querétaro e Hidalgo.



Mapa IV.17. Provincias fisiográficas de la cuenca hidrográfica forestal y del área del proyecto

Topoformas y Topografía

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

Tabla IV.12. Clasificación de pendientes en el SAR.

Pendiente %	Definición
0-1	Plano
1 – 20	Relativamente Plano
20 – 40	Medio
40 – 60	Fuerte
60 – 80	Escarpado
> 80	Muy Escarpado

Tabla IV.13. Superficie que abarca cada sistema de topoformas en la Cuenca hidrográfica

Tipo de topoforma	Área CHF (km²)	%
Llanura	1.49	0.56
Lomerío	61.59	23.16
Sierra	202.82	76.28

La topoforma general va de una sierras a lomeríos y llanura, lo cual es un indicador de una pendiente media en la mayor parte del área del proyecto. La cota más alta se localiza en la zona sur del proyecto alcanzando una altitud de 1971 msnm en la elevación mayor y en la parte noroeste en la cañada su nivel más bajo, siendo de 1873 msnm, la elevación media 1925 msnm.

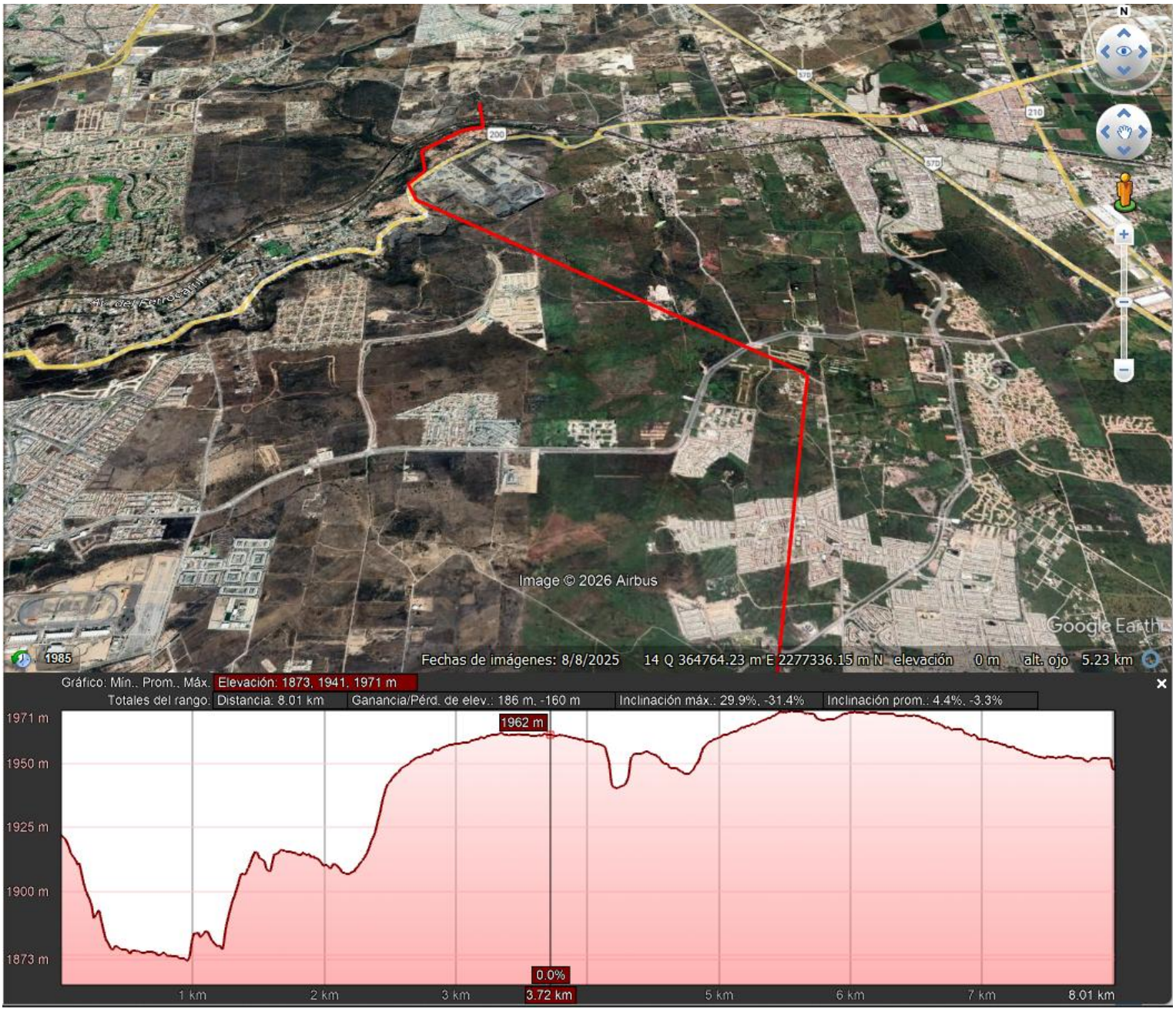
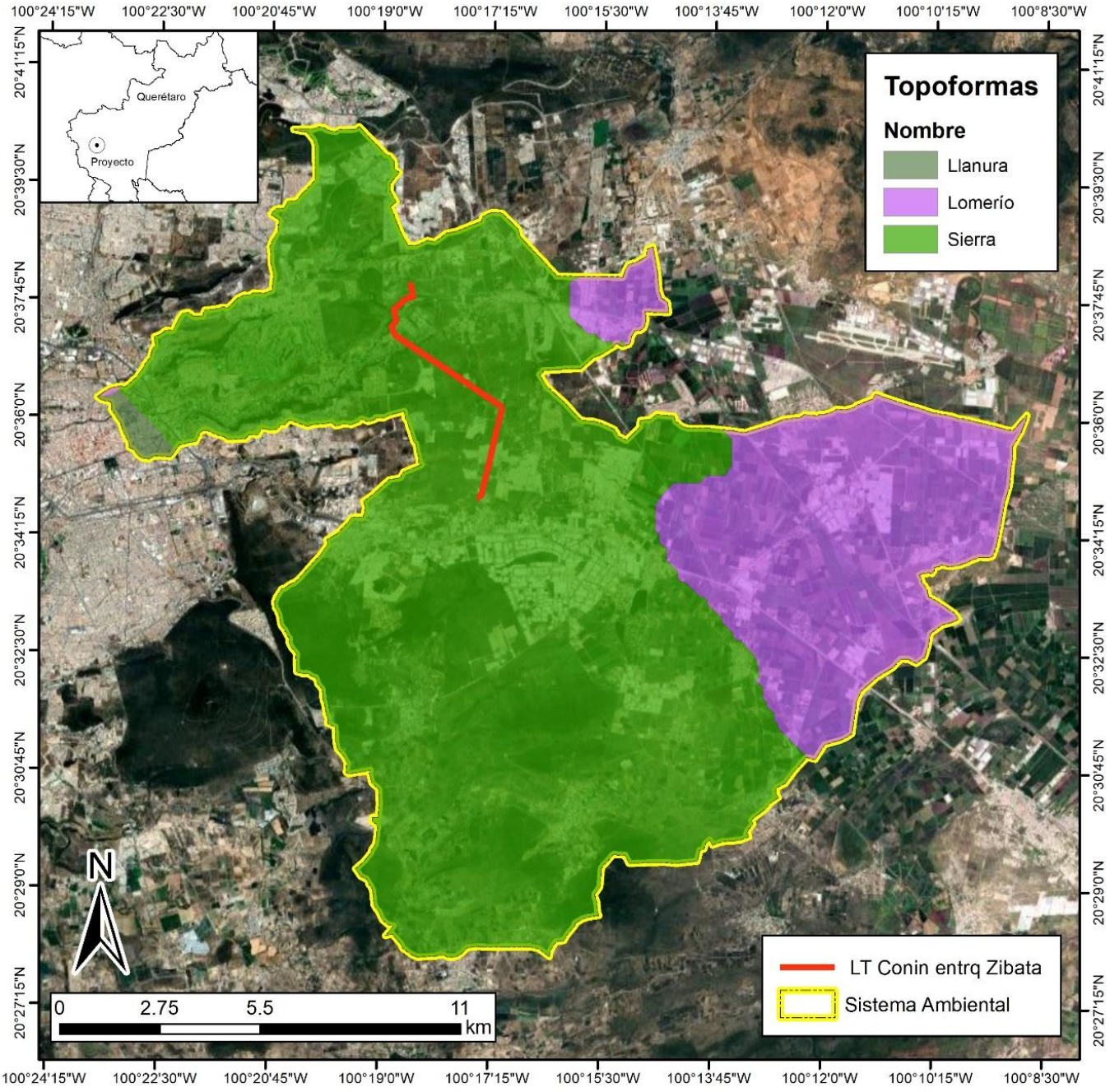


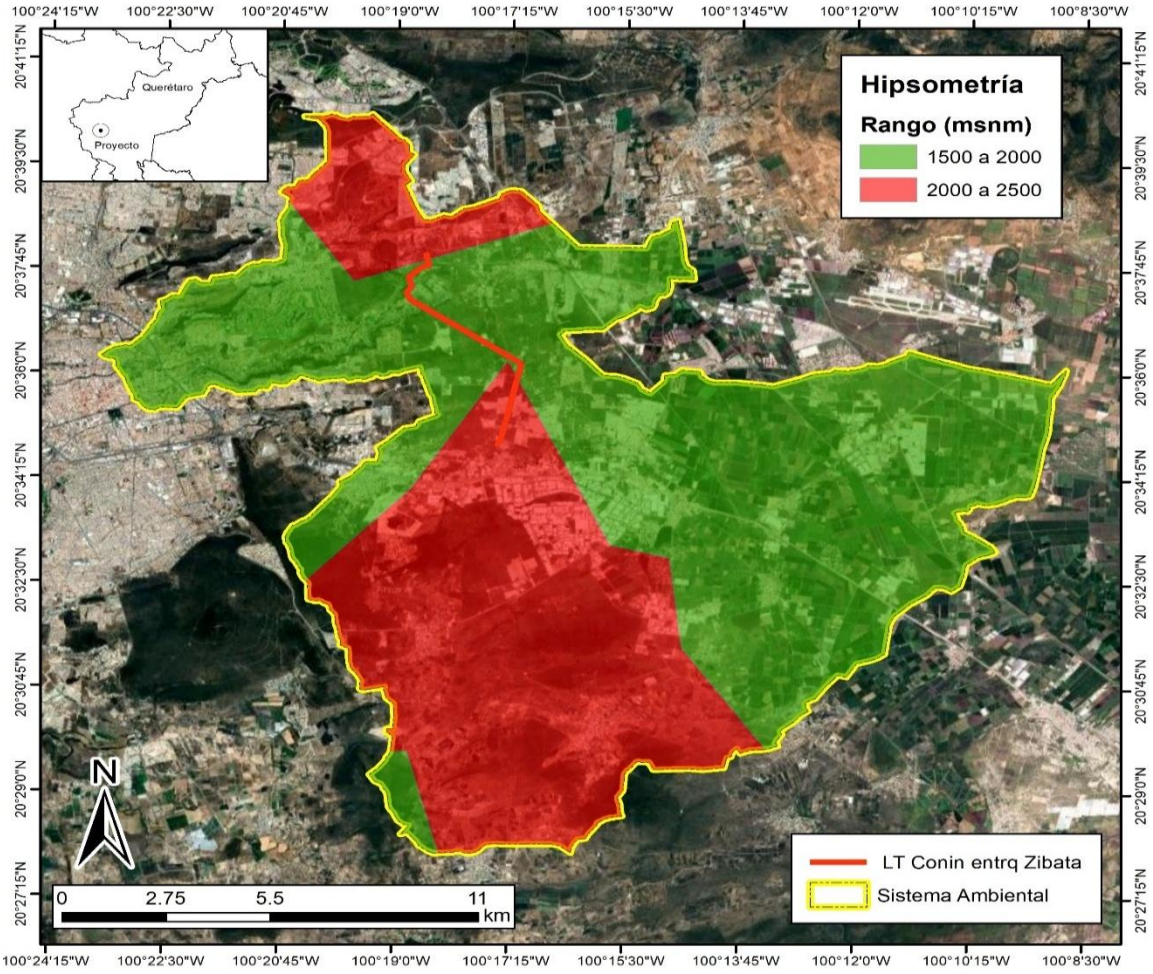
Image © 2026 Airbus
Google Earth
1985
Fechas de imágenes: 8/8/2025
14 Q 364764.23 m E 2277336.15 m N elevación 0 m alt. ojo 5.23 km
Gráfico: Mín.. Prom.. Máx. Elevación: 1873, 1941, 1971 m
Totales del rango: Distancia: 8.01 km
Ganancia/Pérd. de elev.: 186 m, -160 m
Inclinación máx.: 29.9%, -31.4%
Inclinación prom.: 4.4%, -3.3%
1971 m
1950 m
1925 m
1900 m
1873 m
1962 m
0.0%
1 km
2 km
3 km
3.72 km
5 km
6 km
7 km
8.01 km



Mapa IV.18. Sistema de topoformas en la Cuenca hidrográfica forestal

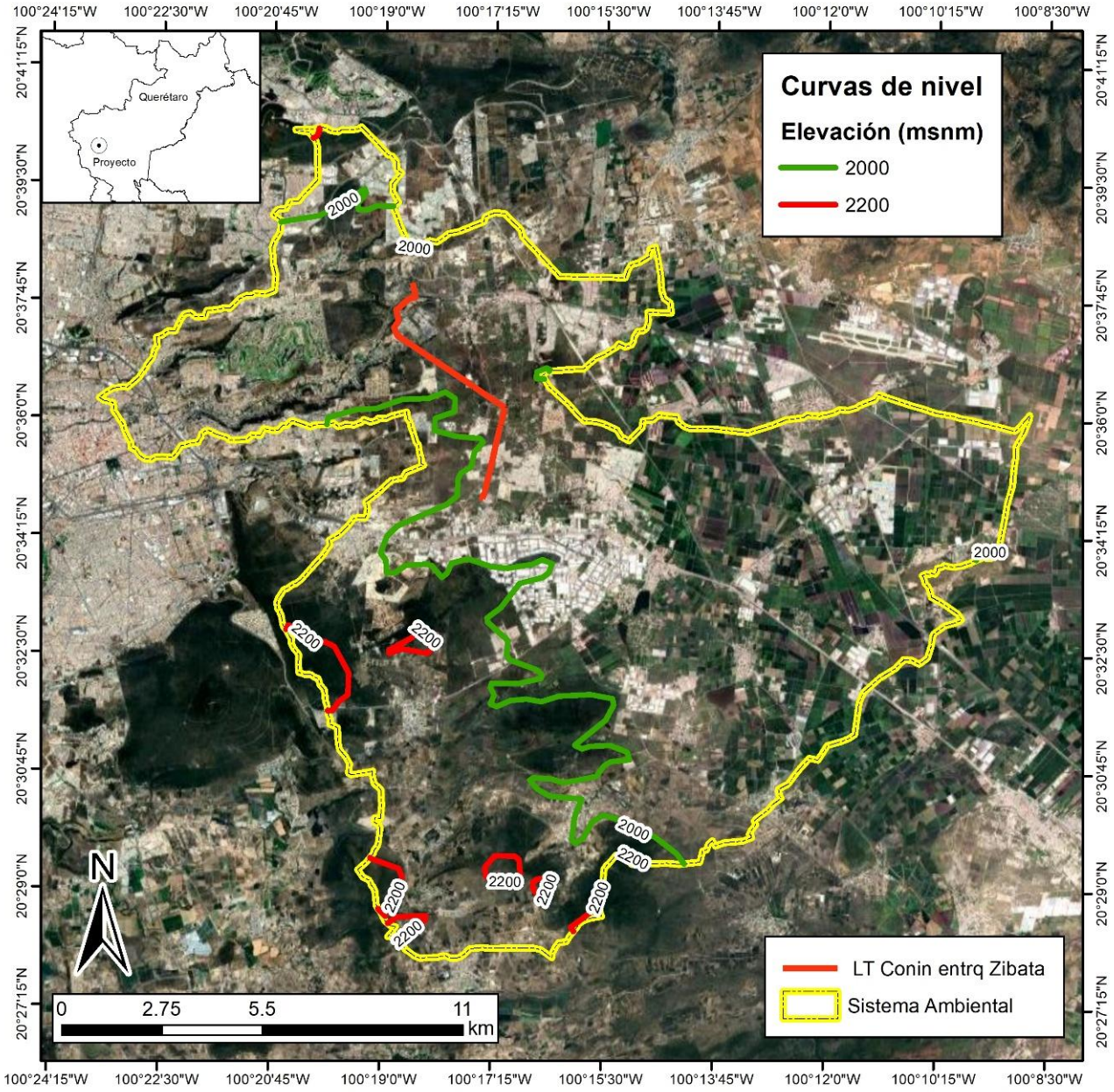
- **Relieve**

El relieve estructural de la provincia, La mitad sur son llanuras, cerros y sierra de 1900 msnm. La mitad norte es de montañas, altas mesetas y grandes cañadas, estribaciones de la Sierra del Zamorano. El suelo es de tipo volcánico, habiendo tepetate, obsidiana, basalto en la zonas altas, grandes variedades de ópalo en el sur y vetas de diferentes minerales. Al sudoeste hay grandes yacimiento de sillar, ver mapa IV.19.

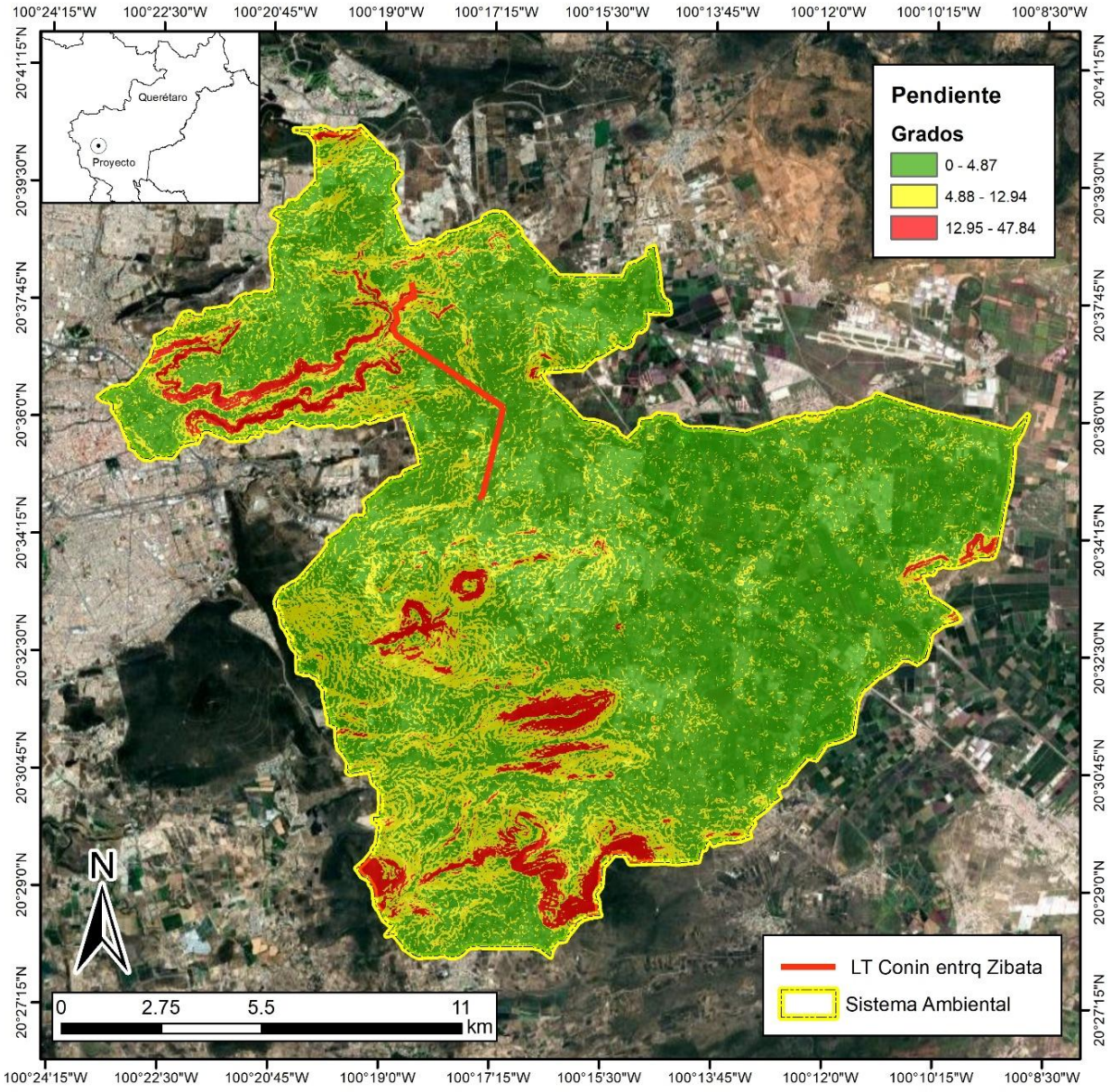


Mapa IV.19. Conjunto de elevaciones en el área de la Cuenca Hidrográfica

Hipsometría	Área CHF (km²)	%
1500 a 2000	156.74	58.95
2000 a 2500	109.16	41.05

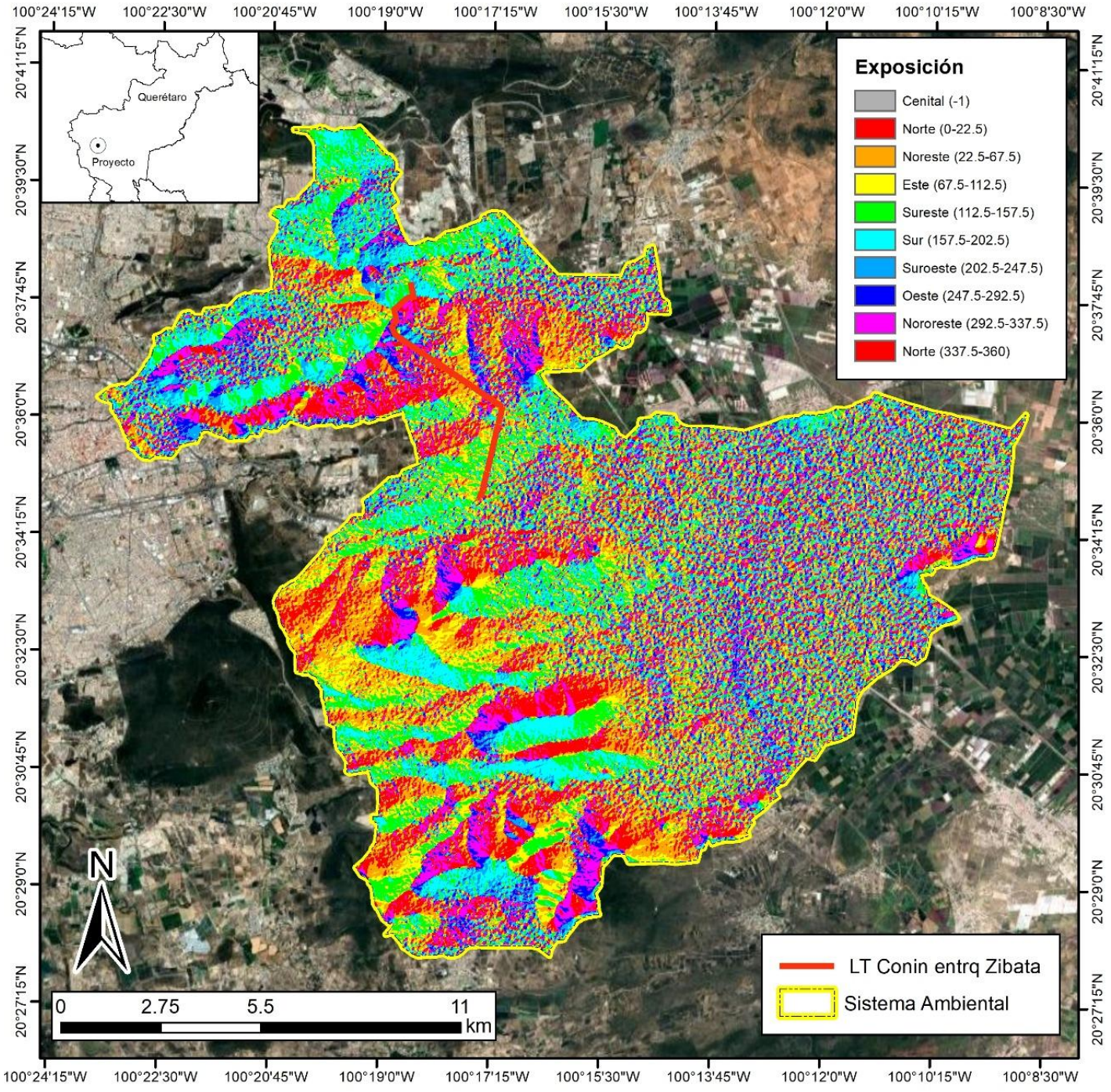


Mapa IV.20. Conjunto de elevaciones en el área de la Cuenca Hidrográfica



Mapa IV.21. Pendientes en el área de la Cuenca Hidrográfica

Pendiente	Área CHF (km²)	%
0 – 4.87	175.51	66.01
4.88 – 12.94	73.55	27.66
12.95 – 47.84	16.83	6.33



Mapa IV.22. Exposiciones en el área de la Cuenca Hidrográfica

Exposiciones	Área CHF (km²)	%
Cenital (-1)	52.23	19.64
Norte (0-22.5)	33.67	12.66
Noreste (22.5-67.5)	30.44	11.45
Este (67.5-112.5)	32.86	12.36
Sureste (112.5-157.5)	30.47	11.46
Sur (157.5-202.5)	18.85	7.09
Suroeste (202.5-247.5)	18.14	6.82
Oeste (247.5-292.5)	24.22	9.11
Noroeste (292.5-337.5)	25.02	9.41

- **Geología.**

La geología en la zona de estudio presenta la distribución espacial de los diferentes periodos y unidades litológicas siendo de tipo ígneo extrusivo y sedimentario, en la que predomina la cubierta por depósitos aluviales sobre la llanura que cubre casi toda la zona en centro y sur de la zona de estudio; esta zona tiene la característica de contener un alto nivel de arcillas, lo que provoca poca permeabilidad.

En secciones de la zona central del área de estudio afloran cuerpos de basalto, siendo una roca de grano fino rico en magnesio y fierro, la cual tiene la característica de ser totalmente impermeable, aunque no es aconsejable para ciertas obras hidráulicas debido a su excesiva fracturación, de la misma forma por su dureza es difícil construir sobre él. La geología de la zona de estudio es complementada por fallas y fracturas geológicas; en el caso del área del presente análisis, el INEGI contempla solo una fractura de consideración con una orientación norte-sur, sin embargo no representa riesgo para la población ya que no se encuentran asentamientos humanos. La configuración actual del valle es la de un graben con forma rectangular delimitado por el sistema de fallas con dirección norte-sur y desplazamiento normal, cuyos flancos occidental y oriental pueden ubicarse en la Falla San Bartolomé y la Falla Oriental, respectivamente

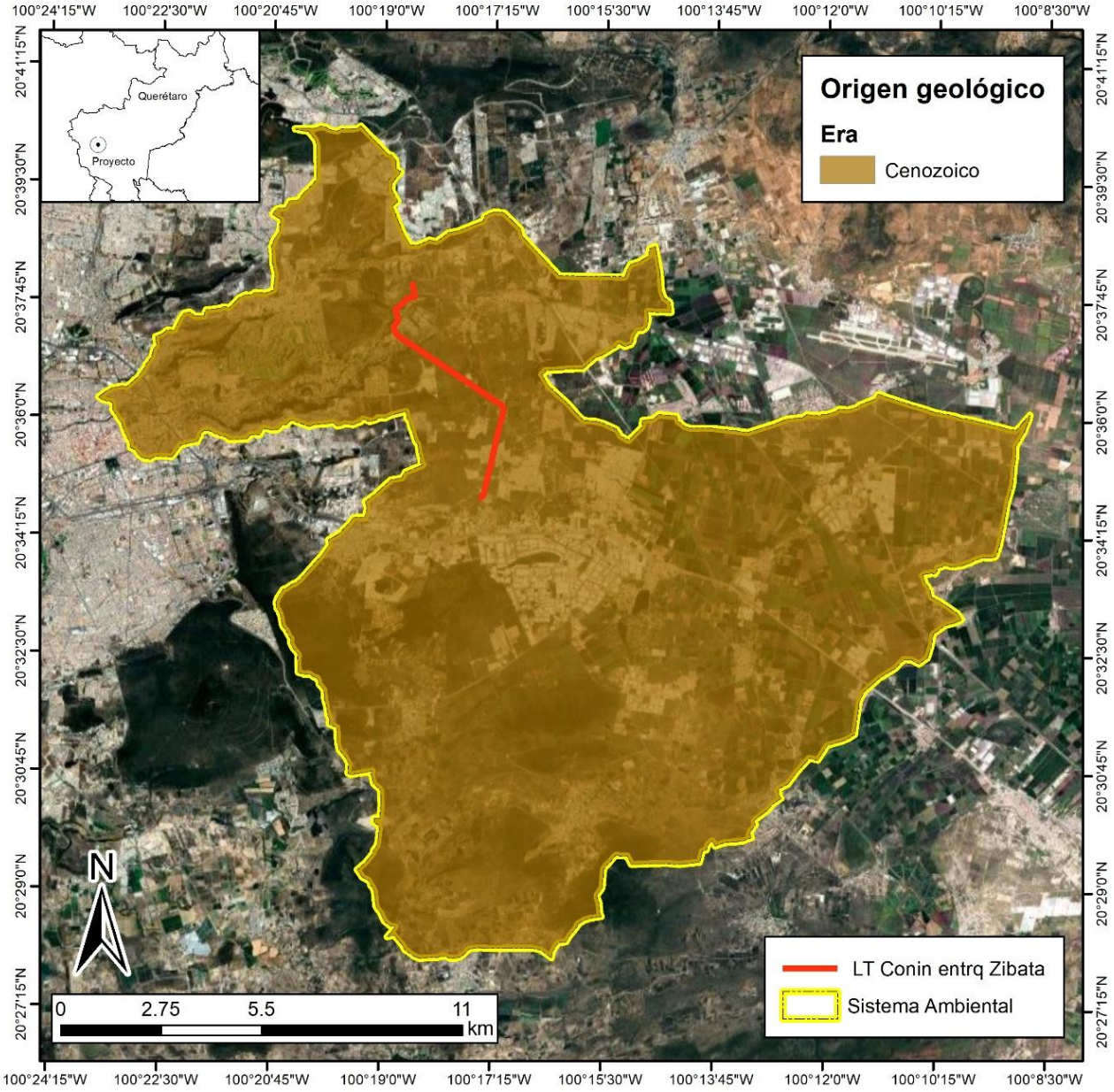
En general, la columna estratigráfica del área de Querétaro consiste de un basamento compuesto de rocas marinas del Cretácico, cubierto por una secuencia continental del Terciario consistente en unidades alternadas de rocas volcánicas y sedimentarias. La

interpretación de las unidades litológicas en el valle se basó en el reconocimiento de unidades o conjuntos de unidades que sirvieron como guía para identificar el registro litológico de cada pozo. Se partió del reconocimiento de rocas volcánicas de composición básica (andesitas y basaltos) que fueron correlacionadas con las rocas que afloran en la superficie (por ejemplo, la unidad litológica de andesitas y basaltos del Mioceno Tardío, Tmt AB). El reconocimiento de esta unidad fue confirmado en los registros litológicos por la presencia, debajo de ella, de una secuencia de origen piroclástico y sedimentario que se correlaciona con la secuencia observada en la superficie (Tom Py Lac). Una vez reconocido este contraste litológico en la secuencia, la parte inferior de los registros litológicos fue correlacionada con unidades documentadas en trabajos previos para zonas adyacentes al valle, tomando como base la columna compuesta descrita por Alaniz-Álvarez et al. (2001, 2002). La secuencia sedimentaria que se encuentra sobre la unidad de andesitas y basaltos rellena el Valle de Querétaro y tiene un espesor variable entre decenas y cientos de metros.

Esta unidad se compone principalmente de material sedimentario, aunque en algunos sitios se encuentran intercaladas capas de rocas volcánicas. En el estudio realizado por la CEA y UAQ (2002) se reporta un pozo perforado recientemente en el centro del valle, al sur de Sta. María Magdalena , el cual muestra un registro sedimentario continuo de más de 400 m. La interpretación de los cortes litológicos de pozos permite inferir que el relleno de la cuenca registra un depósito continuo y normalmente graduado desde su formación en el Mioceno Tardío–Plioceno (~5 Ma).

Las rocas más antiguas en la región son calizas con intercalaciones de lutitas y areniscas (Ki Cz Ar) que afloran en la zona de Juriquilla y se encuentran presentes en el corte litológico de El Nabo (pozo 2041, desde 14 m hasta más de 900 m de profundidad). Es incierto si estas rocas se encuentran en la zona del Valle de Querétaro, debido a que los pozos hasta ahora localizados en esa zona no llegan a cortarlas. En algunos registros litológicos de pozos cercanos a la zona de Juriquilla y el Nabo (pozos 759, 1709, 980 y 2396) se identificaron capas de conglomerado y areniscas (Te Cg Ar), cuya posición estratigráfica sobre la secuencia de calizas y por debajo de riolitas y tobas, es equivalente al Conglomerado Rojo de Guanajuato del Eoceno (ver Aranda-Gómez y McDowell, 1998). Comúnmente se reporta una unidad volcánica de composición intermedia a básica (To AB), intensamente fracturada y alterada (por ejemplo en los pozos 1817, 1707, 1930, 2082), que se presenta en la base o intercalada dentro de una secuencia de tobas y lavas de composición silícica. Rocas similares que afloran en el poblado El Salitre fueron correlacionadas por Alaniz-Álvarez et al. (2001) con la Andesita El Cedro (ToA) que tiene edades entre 30.6 y 30.7 Ma en Guanajuato (Cerca-Martínez et al., 2000).

En los registros litológicos del centro del valle (por ejemplo pozos 2427, 1707, 1930, 1973) se reportan secuencias de riolita, tobas y arcillas (To R, Tmi V). En la mayoría de los registros de pozos, las secuencias de rocas volcánicas silícicas tienen espesores de 10 a 30 m por encima y debajo de la unidad anterior (To AB), pero particularmente en el pozo profundo Zona Norte II No. 3, esta secuencia tiene un espesor considerable desde los 268 m hasta una profundidad de 650 m. Para fines de caracterización, en los registros litológicos de pozos se incluyen dentro de este grupo a formaciones tobáceas de composición riolítica a dacítica del Oligoceno y Mioceno que han sido reportadas en el Valle de Querétaro (López-Hernández, 1996; Alaniz Álvarez, 2001). En la superficie, estas secuencias están representadas por domos de composición dacítica en la zona al norte de Tlacote, los cuales forman un lineamiento con dirección NE (Dacita Obrajuelo), y por la Riolita Romero reportadas ambas por Alaniz-Álvarez et al. (2001, 2002), así como por la ignimbrita oligo-miocénica que aflora al norte de la Cd. de Querétaro para la que Aguirre-Díaz y López Martínez (2001) determinaron una edad de 20.3 Ma. Las rocas silícicas que se encuentran por debajo de la unidad anterior (To AB) han sido correlacionadas con la Riolita Chichíndaro (Álaniz-Álvarez et al., 2001).



Mapa IV.23. Geología en la Cuenca Hidrográfica Forestal

Origen geológico	Área CHF (km²)	%
Cenozoico	265.90	100

Unidades litológicas en el sistema ambiental regional

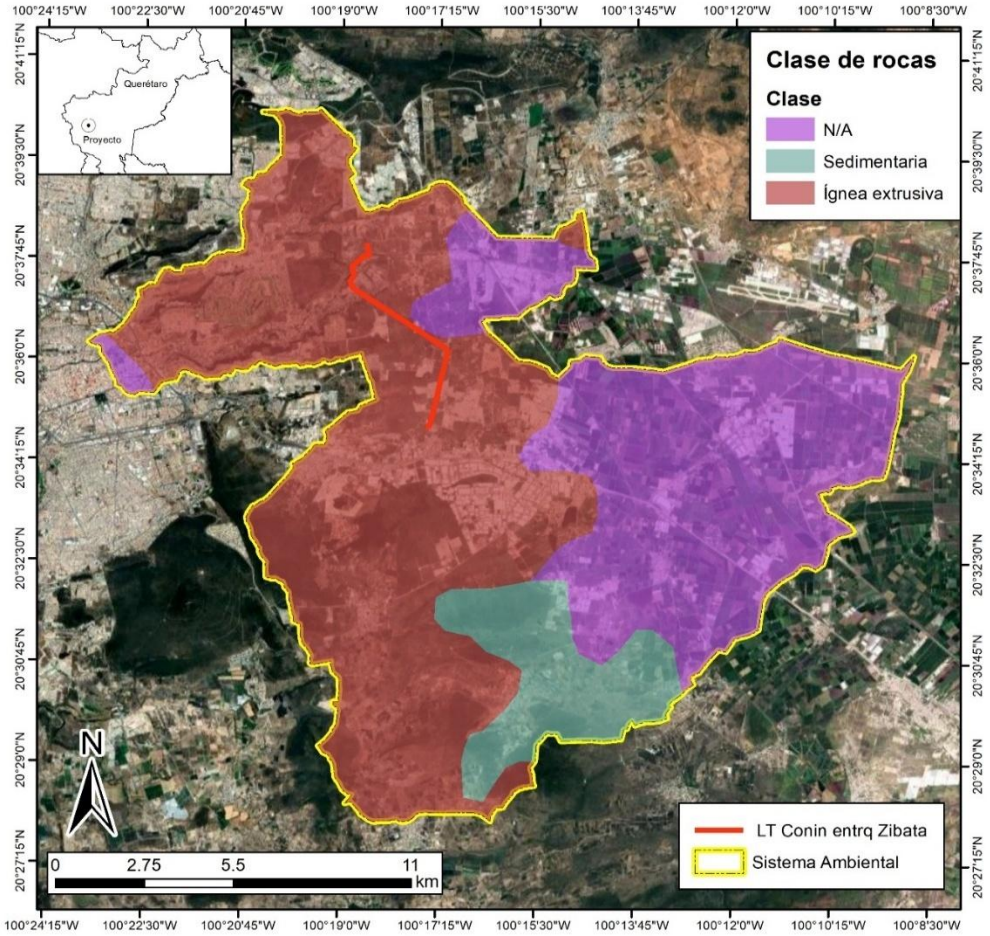
La litología presente es de tipo ígneo extrusivo y sedimentario. La mayor parte del sitio (66.50%) está cubierta por depósitos aluviales, sobre la llanura que cubre casi toda la zona en dirección sureste-noroeste; por su alto contenido de arcillas este material es poco permeable. El segundo tipo de material característico del área es la riolita, el cual cubre el 14.50% de la superficie, en la porción sur y centro, pero mayormente hacia el norte de la zona; esta roca es de origen ígneo extrusivo, por lo que es de intemperizacion lenta y totalmente impermeable.

En el registro litológico de pozos se interpreta una secuencia de tobas, gravas, arenas y arcillas medianamente consolidados con abundantes materiales piroclásticos (Tom Py Lac) intercalados con las formaciones volcánicas (Andesitas y Basaltos) que los sobreyacen y subyacen. Esta unidad se encuentra presente en la mayoría de los registros litológicos interpretados. El espesor promedio es de 50 m y destaca el registro de 200 m de espesor, desde 120 a 320 m de profundidad en el pozo 963. Pozos con alrededor de 200 m de profundidad ubicados en los flancos del graben terminan comúnmente en esta unidad (por ejemplo, pozos 660, 828, 954, 955, 1229, 1312, 1411). En superficie afloran principalmente en la base de las fallas con orientación norte–sur; en los bancos de material ubicados en la carretera libre a Celaya al SW del área de estudio; en la Terminal de Autobuses; y en las partes altas del flanco oriental del graben. Esta secuencia corresponde a la unidad Volcaniclásticos Querétaro reportada por Alaniz Álvarez et al. (2001) compuesta de pómez de color claro intercalada con estratos arenosos, arenisca interestratificada con limonita y tobas de caída libre con fragmentos de pómez de color oscuro.

La unidad Tmt AB está constituida por rocas volcánicas basálticas que afloran como derrames fisurales, aparatos centrales y conos cineríticos. Esta unidad es característica de las mesetas que rodean el Valle de Querétaro (López Hernández, 1996; Pasquarè et al.,1991) y puede ser identificada en la mayoría de los registros litológicos. La posición estratigráfica de lavas de esta unidad se observa claramente en los registros de los pozos 579-A, 593, 596, 605, 612, 627, 630, 870, 910, 954, 957-A, 963, 966-A, entre otros. Generalmente presentan en la base una brecha volcánica asociada. Los trabajos más recientes asignan una edad del Mioceno Tardío (Alaniz-Álvarez et al. 2001, 2002; Aguirre-Díaz y López-Martínez, 2001) y de esta manera, la diferencian de rocas más antiguas de composición similar, principalmente de la Andesita y Basalto La Joya del Mioceno Medio. Las edades reportadas para esta unidad son de 8.1 Ma en las cercanías del aeropuerto de la ciudad (Pasquaré et al., 1991), de 7.5 Ma al norte de la misma, 5.6 Ma en el cerro El Cimatario (Aguirre-Díaz y López-Martínez, 2001) y de 6.2 Ma en la zona del volcán La Joya (Valdez-Moreno et al., 1998).

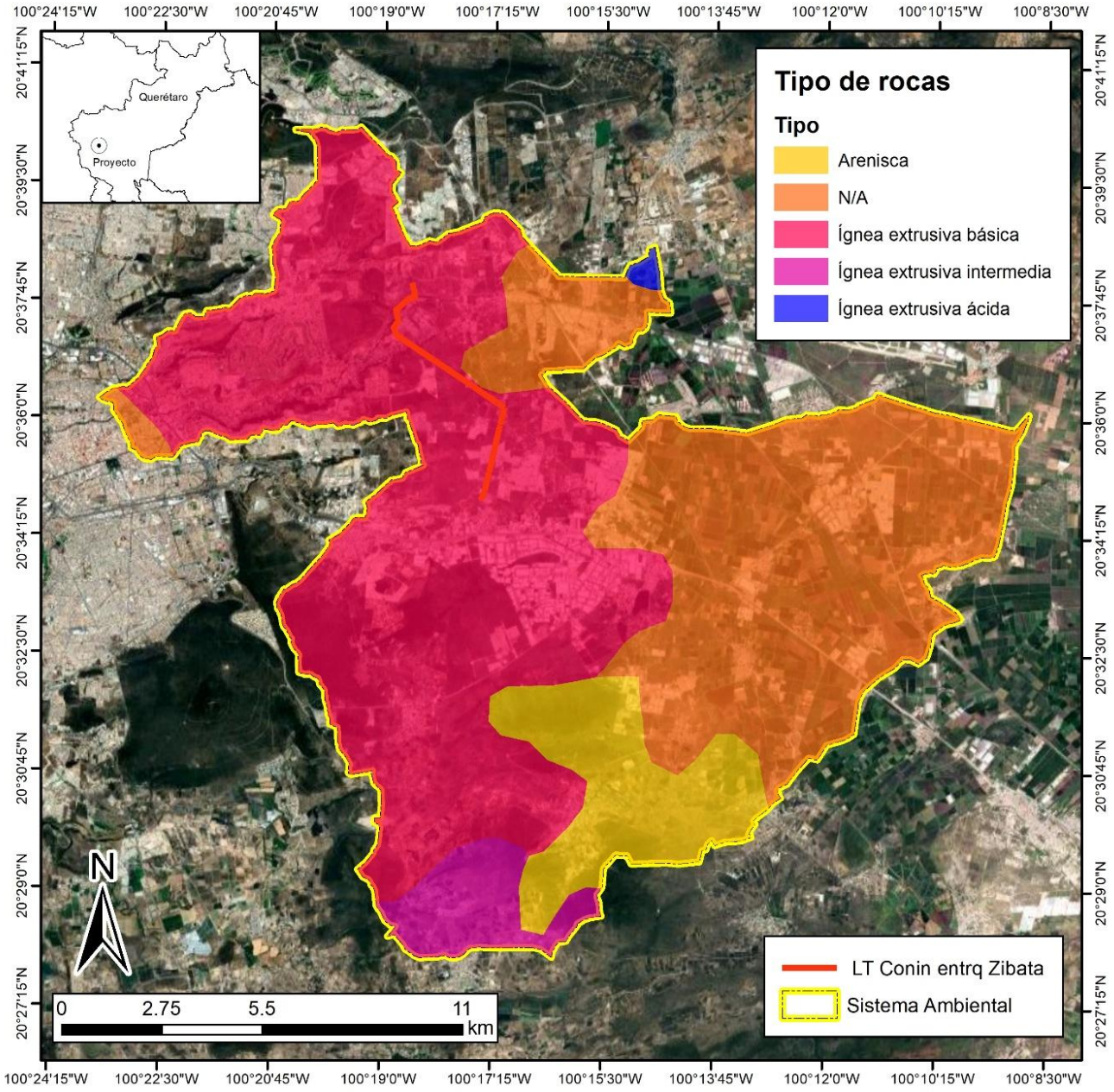
La unidad que rellena el valle (Tp Ar Cg) consiste de una secuencia sedimentaria de conglomerados, gravas arenas, limos y arcillas, normalmente graduada. Dentro de esta secuencia se encuentran

intercalados algunos horizontes delgados de rocas piroclásticas de composición silícica que se han observado en trincheras realizadas en la zona urbana. La secuencia varía entre 20 y 150 m de espesor, con espesores mayores a 100 m en los pozos del centro del graben (pozos 605, 627, 630, 989, 1003, 1817-A). Los espesores menores (20 m) se observan en pozos en los flancos del valle (por ejemplo, pozo 1298). Las secuencias arcillosas de la parte superior confinan hidrogeológicamente a las secuencias de gravas y conglomerados de la parte inferior. Estas últimas inician en la parte central del Valle por debajo de los 4 m de profundidad con una secuencia de limos y arcillas de plasticidad media, sobre la que se desplanta gran parte de la infraestructura urbana de la Ciudad de Querétaro. Esta secuencia tiene una gran importancia en el sistema de flujo de agua, debido a que la parte superior constituye la actual zona vadosa o no saturada, mientras que en la parte inferior se ubicó el nivel principal de extracción de agua entre los años 1970 y 1990.



Mapa IV.24. Clase de rocas de la Cuenca Hidrográfica Forestal

Clase de rocas	Área CHF (km²)	%
Ígnea extrusiva	146.60	55.14
N/A	93.74	35.25
Sedimentaria	25.56	9.61



Mapa IV.25. Tipo de rocas en la Cuenca Hidrográfica Forestal

Tipos de roca	Área CHF (ha)	%
Arenisca	25.56	9.61
Ígnea extrusiva ácida	0.68	0.26
Ígnea extrusiva básica	135.10	50.81
Ígnea extrusiva intermedia	10.82	4.07
N/A	93.74	35.25

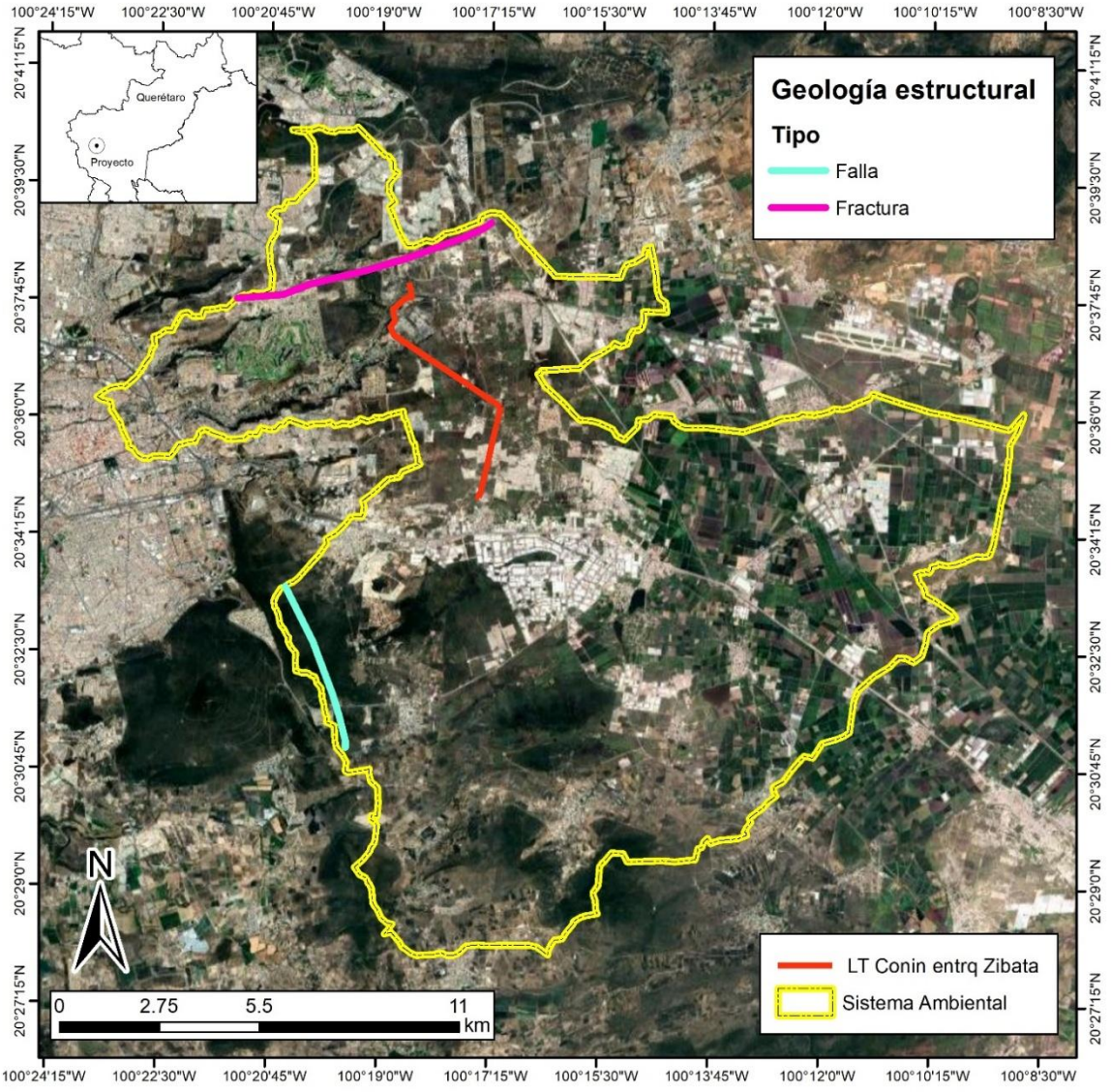
***Fallas y zonas de fracturas*.**

La zona del Valle de Querétaro se encuentra afectada por dos sistemas de fallas ortogonales con orientación aproximada N–S y E–W. El sistema E–W comenzó su actividad durante el Oligoceno y se ha propuesto que ambos sistemas han tenido actividad desde el Mioceno en escala regional (Alaniz-Álvarez et al., 2002). La interacción entre estos dos sistemas de fallas en la zona de Querétaro define un arreglo de bloques con desplazamientos normales diferenciales, que produce una fosa con mayor profundidad hacia el centro del valle (CEA y UAQ, 2002). La configuración actual del graben de Querétaro se encuentra mejor definida por el sistema con orientación N–S, aunque es clara la presencia de fallas E–W en las partes altas alrededor del valle (ver Alaniz-Álvarez et al., 2002). Por otro lado, la presencia de ambos sistemas de fallas ha sido interpretada en el centro del valle a partir de estudios geofísicos: audiomagnetotelúrico (AMT), gravimetría y magnetometría (CEA y UAQ, 2002). Estos autores interpretan que la continuidad lateral del acuífero no se encuentra afectada por las fallas E–W. En contraste, la planicie del valle se encuentra afectada de manera conspicua por fracturas y fallas con desplazamientos normales que presentan una orientación N–S.

En particular, la Falla Central es un sistema de fracturas y fallas con desplazamiento normal que afecta la zona urbanizada del valle, tiene una orientación general N–S, y une dos segmentos de falla que cortan rocas volcánicas en los flancos norte y sur del valle. En su parte norte es un rasgo lineal que registra desplazamientos que varían desde algunos centímetros hasta casi dos metros. Hacia el sur del Cerro de las Campanas, la Falla Central presenta un cambio de dirección hacia el oeste y las fracturas se distribuyen en dos zonas paralelas y discontinuas que conforman un estructura en forma de abanico. La diferencia de elevación de los basaltos observada en los registros litológicos a ambos lados de la Falla Central y las secciones geológicas disponibles, sugieren que la Falla Central refleja la influencia en el relleno sedimentario de un escarpe de falla sepultado.

A partir de las variaciones laterales de las unidades estratigráficas interpretadas en perfiles de Radar de Penetración Terrestre se ha identificado que el sistema de fracturas que afecta

el valle tiene desplazamientos consistentes con las fallas regionales (Cerca y Carreón-Freyre et al., 2003; Carreón-Freyre y Cerca, 2003; Carreón-Freyre y Cerca, 2004). Un ejemplo de las secciones interpretadas es el perfil esquemático de dirección E-W presentado en la Figura 5, que cruza la parte media del valle. La identificación de la distribución de unidades estratigráficas y de las estructuras sirve como fundamento para definir al sistema acuífero del Valle de Querétaro como un sistema de compartimentos con complejos patrones de flujo (Mayo y Koontz, 2000).



Mapa IV.26. Geología estructural o falles en la Cuenca Hidrográfica Forestal

***Susceptibilidad a sismicidad*.**

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

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

De acuerdo con la ilustración del Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007) al igual que con el mapa de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (2015), el **SAR o CHF del Proyecto** quedara ubicado en la “Zona B” según la clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana (figura IV.1). De acuerdo a la regionalización sísmica propuesta por la CFE, el Sistema Ambiental Regional se ubica dentro del estado de Querétaro, el cual en su totalidad se sitúa sobre una zona clasificada como “B”, por consecuente el SAR cumple con la misma situación, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es bajo ante eventos de origen sísmico de gran magnitud.

.

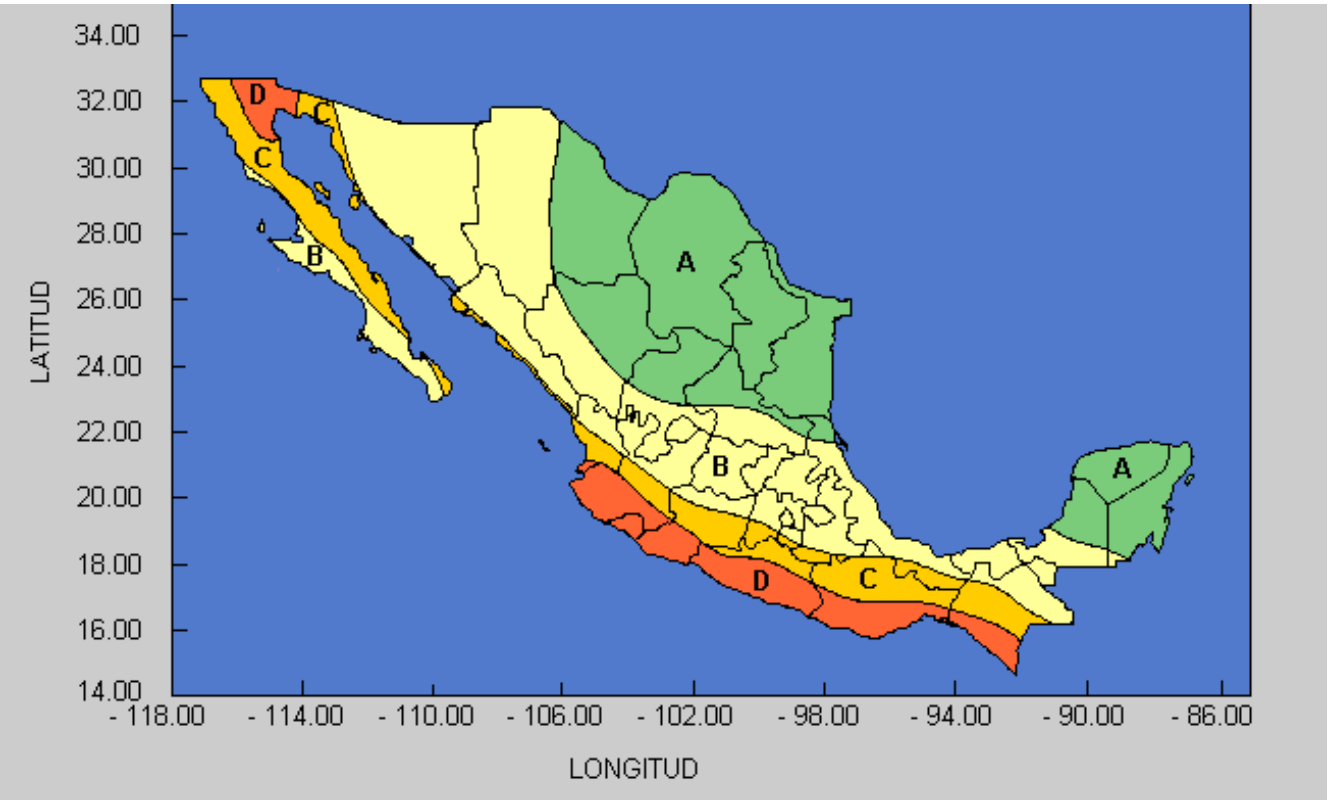


Figura IV.1. Clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana. El SAR o CHF incide en la Zona B.

Suelos (edafología)

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbiota, una flora y una fauna microbiana, que actuando como un verdadero laboratorio transforman el materia mineral y orgánico en alimento para las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permiten el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo.

Con base en la carta edafológica de la Serie VII INEGI, se identificó que la Cuenca Hidrográfica definida como área de análisis para el Proyecto, presenta suelo de tipo Vertisol, dado por las siguientes fórmulas: Vc+Pe/2, como se puede apreciar en la siguiente tabla IV.14 y en el mapa IV.27.

Tabla IV.14. Unidades de suelo presentes en la Cuenca hidrográfica forestal

Tipo de suelo	Área CHF (km²)	%
Litosol	26.14	9.83
Vertisol	239.76	90.17

Tipo de subsuelo	Área CHF (km²)	%
N/A	26.14	9.83
Pélico	239.76	90.17

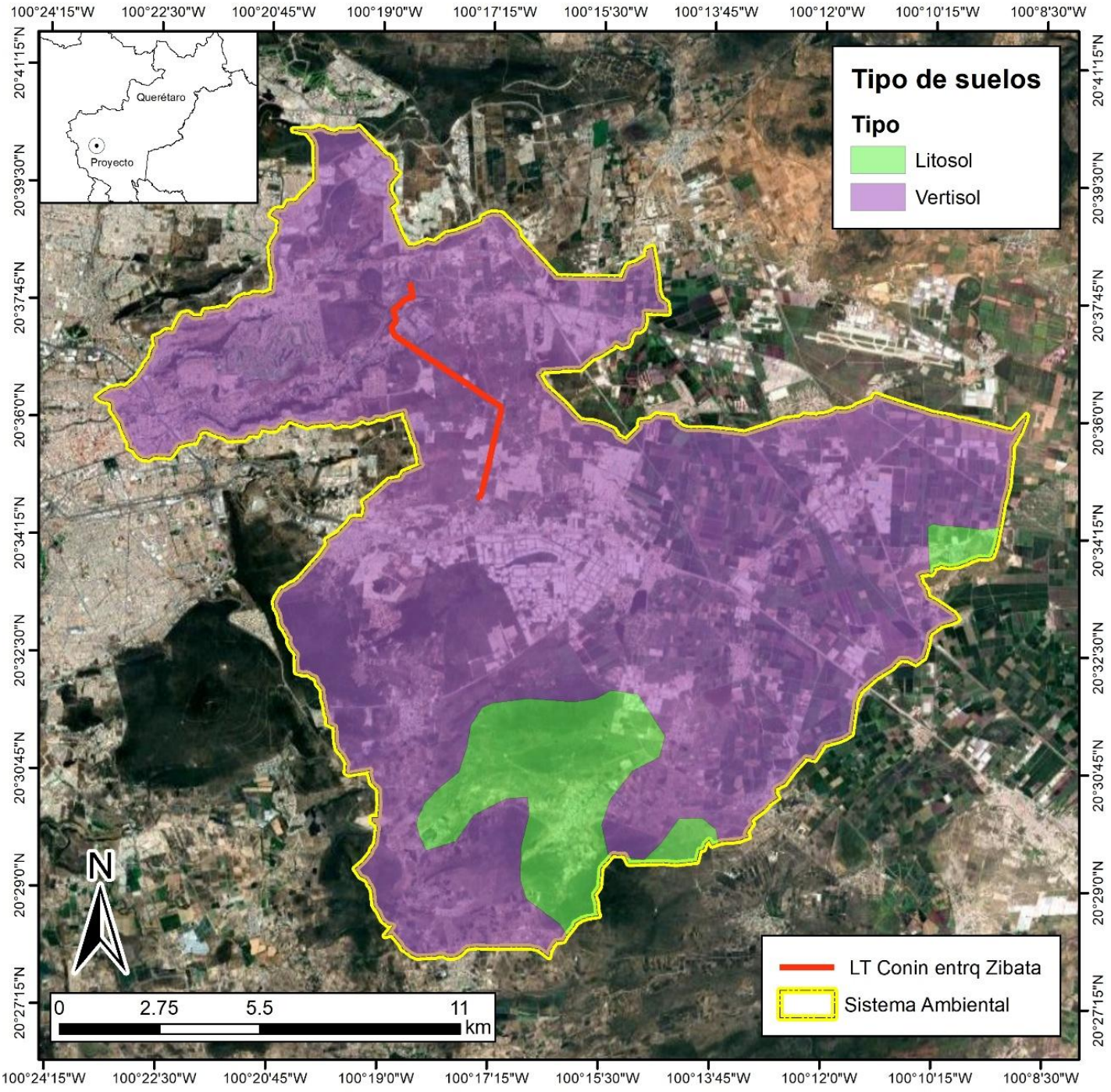
Textura de suelo	Área CHF (km²)	%
Fina	239.76	90.17
Media	26.14	9.83

Dentro del **SAR o CHF** predominan los suelos vertisol los cuales tienen el 90.17% del área, seguidos por litosol con el 9.83% del área del SAR o CHF esto como unidad principal.

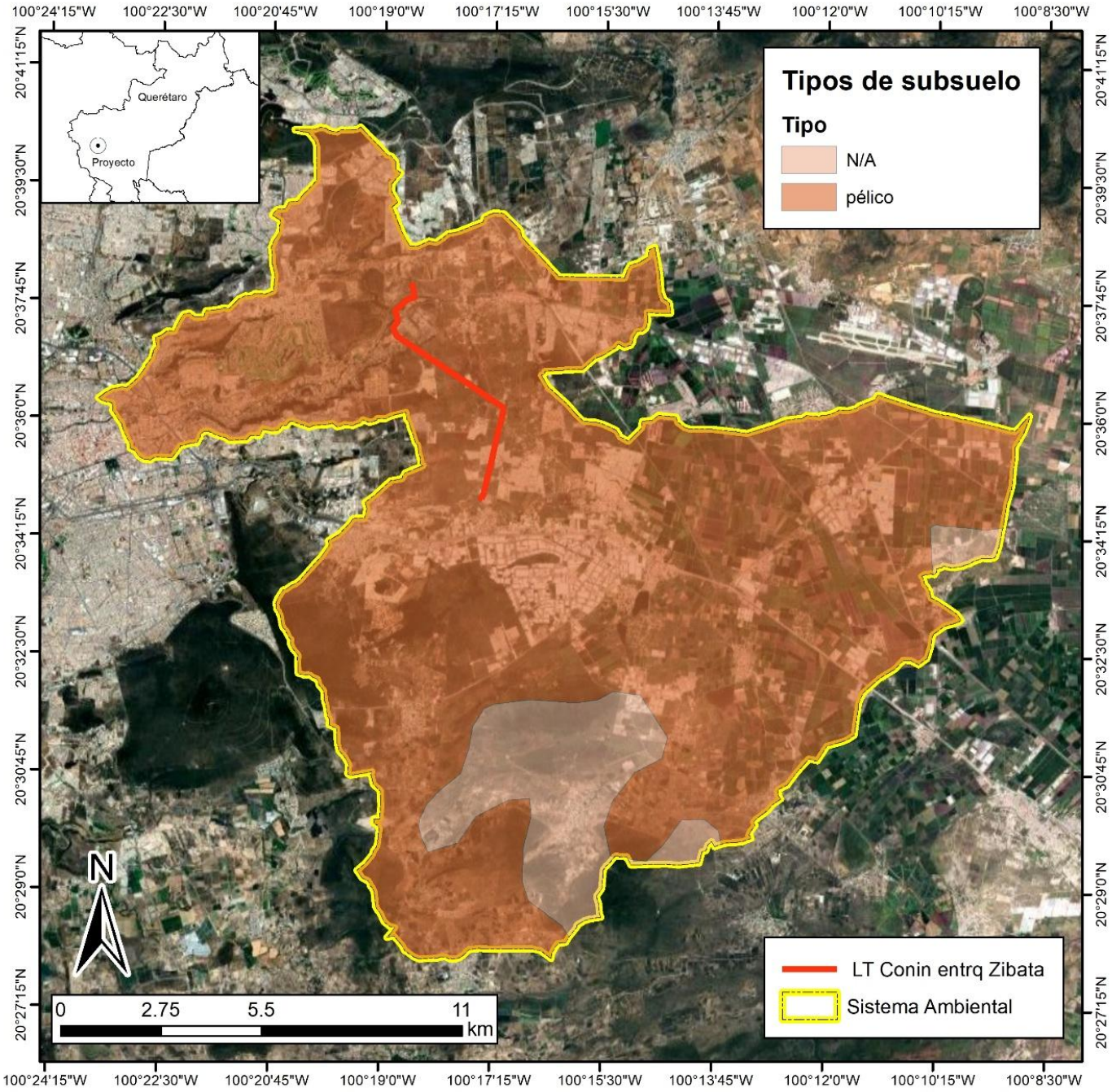
La descripción de los tipos de suelo existentes en el Sistema Ambiental Regional se presenta a continuación:

Litosol: Literalmente se describen como suelos de piedra, su ubicación es muy diversa en cuanto a condiciones climáticas y florísticas, obedeciendo generalmente al relieve, siendo las sierras y cerros los que presentan este tipo de suelo. Se caracteriza por su profundidad inferior a los 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales.

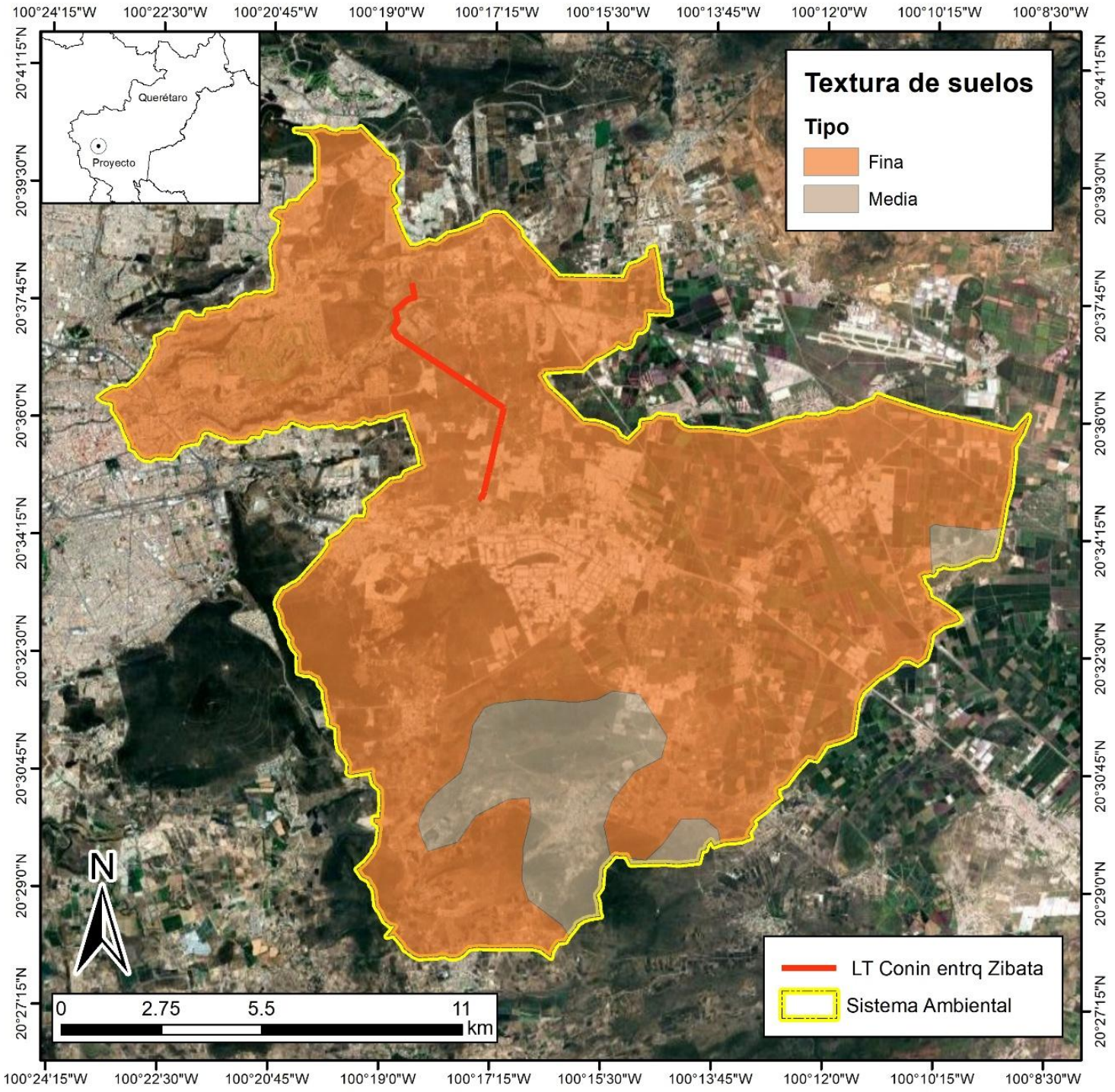
Vertisol: Se presentan muchas veces acompañados de regosoles, en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa, La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellas en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en la Zona del Centro y Oriente de México; y cafés rojizos en el Norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos, su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles, pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general baja susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (V). En el área de estudio podemos encontrar la subunidad pelico, que son vertisoles que se caracterizan por su color pardo o rojizo. Donde más frecuentemente se encuentran es en climas semisecos y generalmente se han formado por rocas calizas. Su símbolo es (Vp).



Mapa IV.27. Tipos de suelo en la cuenca hidrográfica forestal



Mapa IV.28. Tipos de subsuelo en la cuenca hidrográfica forestal



Mapa IV.29. Tipos de textura en la cuenca hidrográfica forestal

- **El tipo de degradación del suelo en el SA o CHF, AI y AP**

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

En este caso, para determinar el estado de degradación del suelo presente en el sistema ambiental de estudio se basó en la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997) “Assesment of the Status of Human-Induced Soil Degradation” (Estimación del estado de la Degradación del Suelo Inducida por el hombre) que es una modificación de la metodología propuesta por Oldeman (1988) llamado GLASOD. Esta última adaptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS) dependiente de la SEMARNAT en el periodo 2000-2002. En esta metodología se reconocen dos grandes la degradación por desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y la degradación resultante de su deterioro interno, que considera en la actualidad a los procesos de la degradación física y química únicamente.

De acuerdo con esta metodología el 81.68% de la superficie de la cuenca presenta algún tipo de degradación ya sea química, física o hídrica.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII, la degradación física se concentra principalmente en agricultura de temporal anual (269.85 ha), asentamientos humanos (738.43 ha) y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (41.91 ha).

La degradación química se presenta principalmente en agricultura de riego anual y semipermanente (8134.00 ha), agricultura de temporal anual (2464.19 ha), asentamientos humanos (830.56 ha), vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (139.63 ha), vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (160.95 ha), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (98.99 ha), pastizal inducido (115.41 ha), matorral crasicaule (63.79 ha), desprovisto de vegetación (18.68 ha) y palmar natural (214.60 ha).

Por su parte, la erosión hídrica se distribuye principalmente en agricultura de riego anual y semipermanente (331.29 ha), agricultura de temporal anual (3351.32 ha), asentamientos humanos (1192.14 ha), vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (1492.71 ha), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (1702.96 ha), pastizal inducido

(103.12 ha), matorral crasicaule (216.00 ha), desprovisto de vegetación (217.91 ha) y cuerpos de agua (36.52 ha).

En la siguiente tabla se presenta un desglose de los tipos de degradación del suelo, así como el grado y causa que los origina.

Tabla IV.14. Tipos de degradación del suelo y la superficie que ocupa en el sistema ambiental.

Tipo	Grado	Causa	Área (km²)	Área (%)
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	102.06	46.99
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Urbanización	10.50	4.83
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo	84.65	38.97
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	1.79	0.82
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	18.20	8.38

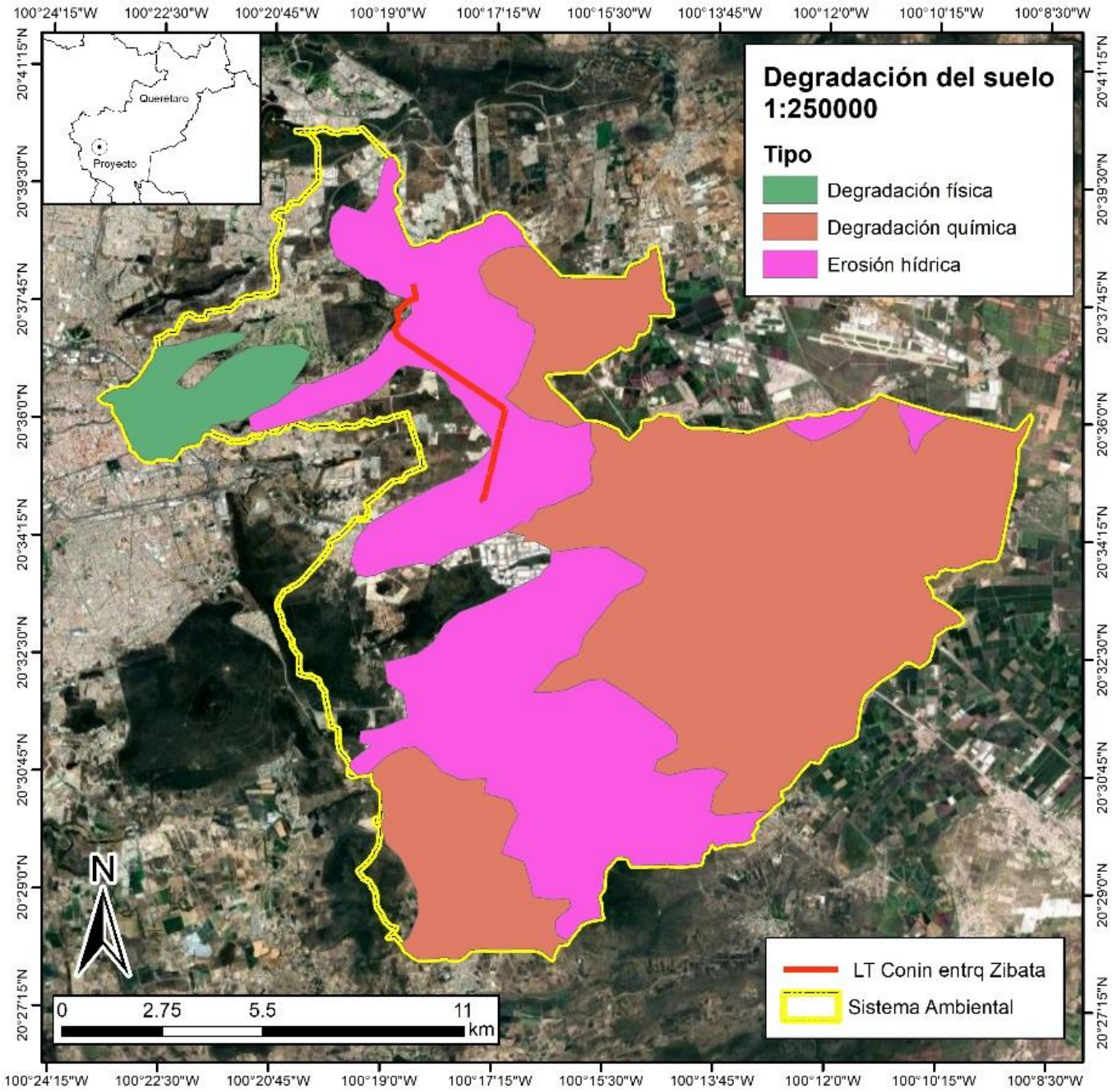
De acuerdo con lo anterior, los niveles de afectación o grado de degradación del suelo que se presentan en el sistema ambiental bajo estudio son los siguientes:

- **Ligero:** Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad. Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.
- **Moderado:** Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.
- **Extremo:** Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.

Entre los principales factores causativos de la degradación del suelo en la microcuenca de estudio están los siguientes:

- **Actividades agrícolas**: se definen como el manejo inapropiado de los terrenos arables. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha. Los tipos de degradación comúnmente asociados con este factor son: erosión (hídrica y eólica), compactación, pérdida de nutrimentos, salinización y polución (por pesticidas y fertilizantes).
- **Urbanización:** se considera a todas las actividades efectuadas por la industria de la construcción, provocando la pérdida de la función productiva del suelo.
- **Sobrepastoreo:** además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento

Más adelante se realizará un análisis a detalle de la erosión hídrica y eólica en la cuenca de estudio ya que estas se evaluaron con diferentes metodologías.



Mapa IV.30. Grado de degradación de los suelos en la superficie que comprende la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

- **Erosión del suelo en el área de estudio SAR o CHF**

La erosión puede ser definida, de forma amplia, como un proceso de arrastre del suelo por acción del agua o del viento; o como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo causado por el agua y el viento. Esto implica la existencia de dos elementos que participan en el proceso: uno pasivo que es el suelo, y uno activo que es el agua, el viento, o su participación alterna; la vegetación por su parte actúa como un regulador de las relaciones entre ambos elementos.

Erosión hídrica

La evaluación de los factores que determinan la erosión hídrica, mismos que se describen, en la metodología se presenta a continuación.
La fórmula para calcular la erosión hídrica es:

$$E=R*K*L*S*CP$$

Donde:

E: Pérdida de suelo estimada como promedio anual.
R: Factor de erosividad.de la lluvia
K: Factor de erodabilidad de suelo.
LS: Longitud y pendiente.
CP: Factor cultivo y prácticas de manejo

Para el caso de la erosión hídrica potencial se aplica la misma fórmula, pero sin el factor CP, dado que se asume que la vegetación/uso de suelo es homogéneo. Por lo tanto, es necesario calcular cada una de las variables de manera independiente para poder calcular la erosión hídrica actual y potencial.

Paso 1: Cálculo del factor de erosividad de la lluvia (Valor R).

También llamado “factor de la precipitación”, se define como el producto de la energía cinética de un lapso de lluvia por su máxima intensidad en 30 minutos. La energía cinética se calcula dependiendo de la región de México, de acuerdo con el documento de SAGARPA-INIFAP (http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/170.pdf) el área de estudio se encuentra en la parte de la Fórmula 14 (mapa IV.31):

$$R = (1.50046 * x) + (0.002640 * x^2)$$

Donde
R= Erosividad
P= Precipitación anual

REGIÓN	ECUACIONES	
	$Y = EI_{30}$; x = lluvia anual	R^2
1	$Y = 1.20785x + 0.002276x^2$	0.92
2	$Y = 3.45552x + 0.006470x^2$	0.93
3	$Y = 3.67516x - 0.001720x^2$	0.94
4	$Y = 2.89594x + 0.002983x^2$	0.92
5	$Y = 3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y = 6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$Y = 0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$Y = 1.99671x + 0.003270x^2$	0.98
9	$Y = 7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$Y = 6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y = 3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y = 2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y = 10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y = 1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortés, 1991

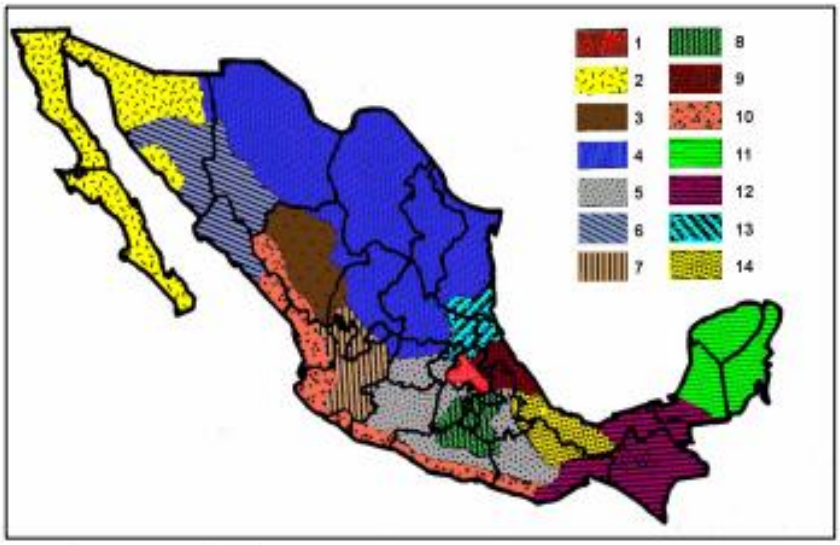


Figura 1. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.
Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/01estim-erosion.xls – (consultada en nov de 2005)

Mapa IV.31. Volúmenes de escurrimiento en el área de análisis.

Tabla IV.15. Estaciones climatológicas incluidas o cercanas al Área de análisis

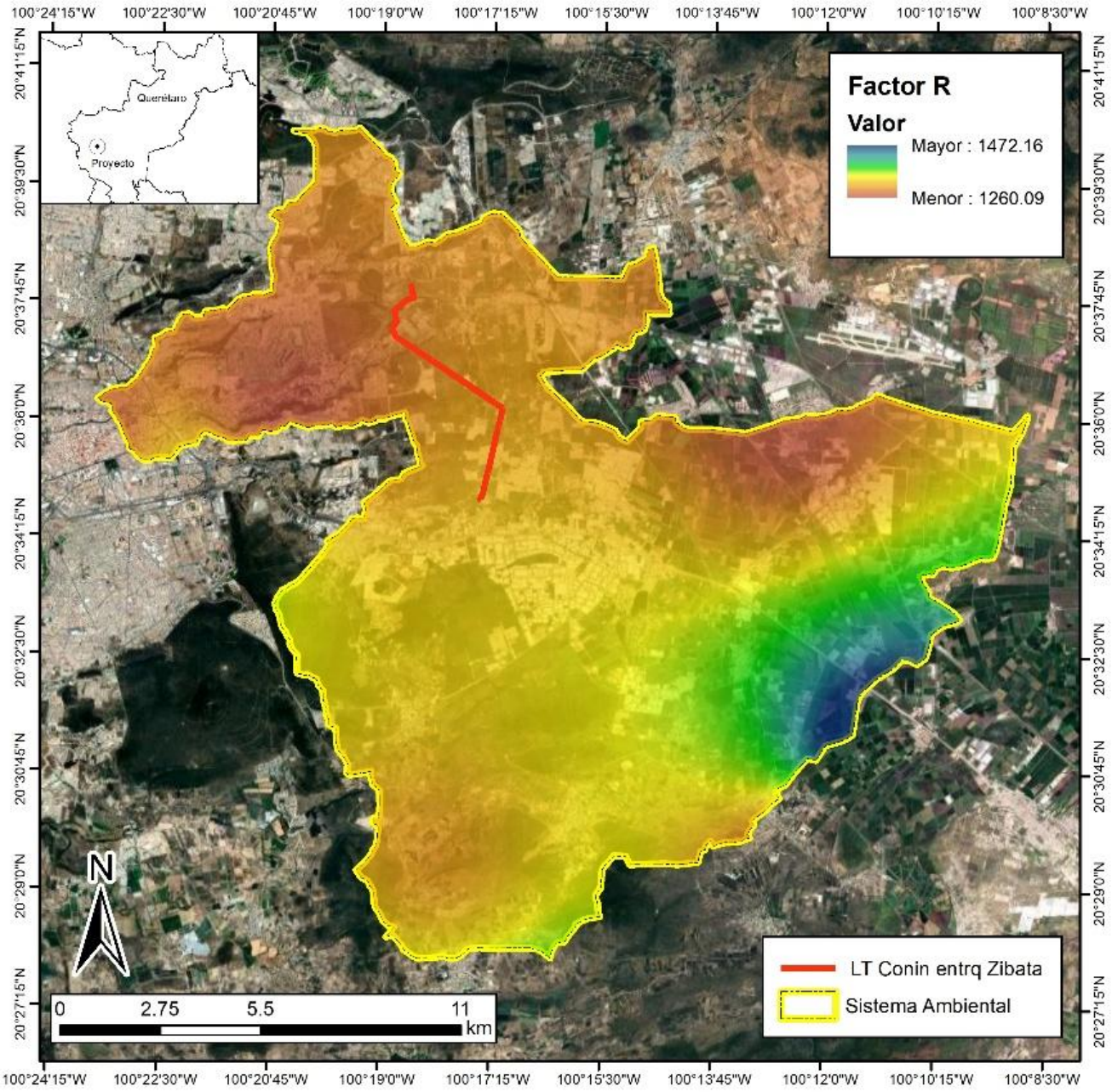
ID Estación	Estación	Coordenadas UTM 14N	
		X	Y
22013	Queretaro (Obs)	354,088.70	2,276,661.93
22029	Huimilpan	366,366.43	2,254,483.59
22046	Nogales	380,845.07	2,289,213.24
22050	Ceja De Bravo	355,232.25	2,254,420.14
22058	Santa Teresa	364,084.15	2,266,462.64
22063	Queretaro (Dge)	357,232.64	2,275,189.97
22067	La Venta	376,160.32	2,265,725.04
22070	Plantel 7	359,986.81	2,279,072.23
22009	La Palma	376,619.36	2,269,103.91
22011	Pedro Escobedo	381,820.37	2,267,222.25
22040	E.T.A. 210 Pedro Escobedo	382,104.53	2,266,420.87
22043	Coyotillos	373,935.32	2,278,255.63

Procedimiento: Para calcular el mapa de precipitación se usaron los valores de precipitación anual las estaciones climatológicas circundantes (tabla IV.16). En un Excel se colocaron las coordenadas de cada una de las estaciones climatológicas y los valores de precipitación anual. Posteriormente, para espacializar estos valores se utilizaron el interpolador IDW, el cual estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Esto obtuvo como resultado el mapa de precipitación (mapa IV.32) a una resolución de 15 metros.

Por último, mediante la herramienta de raster calculator, se aplicó la fórmula 5 y se espacializo el factor R, así como se reclasificó en tres categorías (tabla IV.16 y mapa IV.32).

Tabla IV.16. Rangos de Erosividad de la lluvia en el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
1260.09 - 1303.99	10,749.96	40.43
1303.00 - 1352.04	13,704.03	51.54
1352.05 - 1472.15	2,135.99	8.03



Mapa IV.32. Rango de erosividad de la lluvia “R” para el área de análisis

Paso 2: Cálculo del factor de erodabilidad (Valor K).

Este factor expresa la vulnerabilidad por erosión hídrica de un suelo. Wischmeier (1978) menciona que las características que tienen un impacto importante a la disposición erosiva de un suelo son:

1. El contenido [%] limo + arena muy fina (0.002-0.1mm)
2. El contenido [%] de arena + arena fina (0.1-2mm)
3. El contenido de materia orgánica [%]
4. La clase de agregación y
5. La permeabilidad.

En este sentido los suelos generalmente llegan a ser menos erosivos con una reducción en la fracción de limo a pesar del correspondiente incremento de la fracción de arcilla o arena. Mannaerts (1999) expone aproximaciones sobre los valores K en función de la textura y la proporción de arena, arcillas y limos.

Particularmente para el estudio de caso la FAO propuso un método sencillo para estimar el Factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo y la textura como parámetros para determinar K (tabla IV.22; también se puede consultar la tabla que se reportó por parte de SAGARPA-INIFAP en el link: https://www.iec.cat/mapasols/Cas/Llibre.asp?Id=40), debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa. La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de la información, considerando que los mapas de edafología escala 1:50,000 publicados por el INEGI, contienen esta información (unidad de suelo, grupo textural y fase gravosa o pedregosa).

Procedimiento: a partir del mapa de edafología de INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267636) proporcionan la información de Tipo de Suelo, Subsuelo y Textura. Por lo tanto, se empleó un Dissolve a la capa de INEGI para que agrupara en a las categorías que tuvieran el mismo tipo de suelo, subsuelo y textura, posteriormente se creó un nuevo campo en la tabla de atributos para colocar el valor del Factor K que le corresponde de acuerdo a la tabla IV.17.

Por último, a partir de estos valores se rasterizó este archivo con una resolución de 15 metros. Al final se obtuvieron cinco valores del Factor K (tabla IV.17 y mapa IV.33)

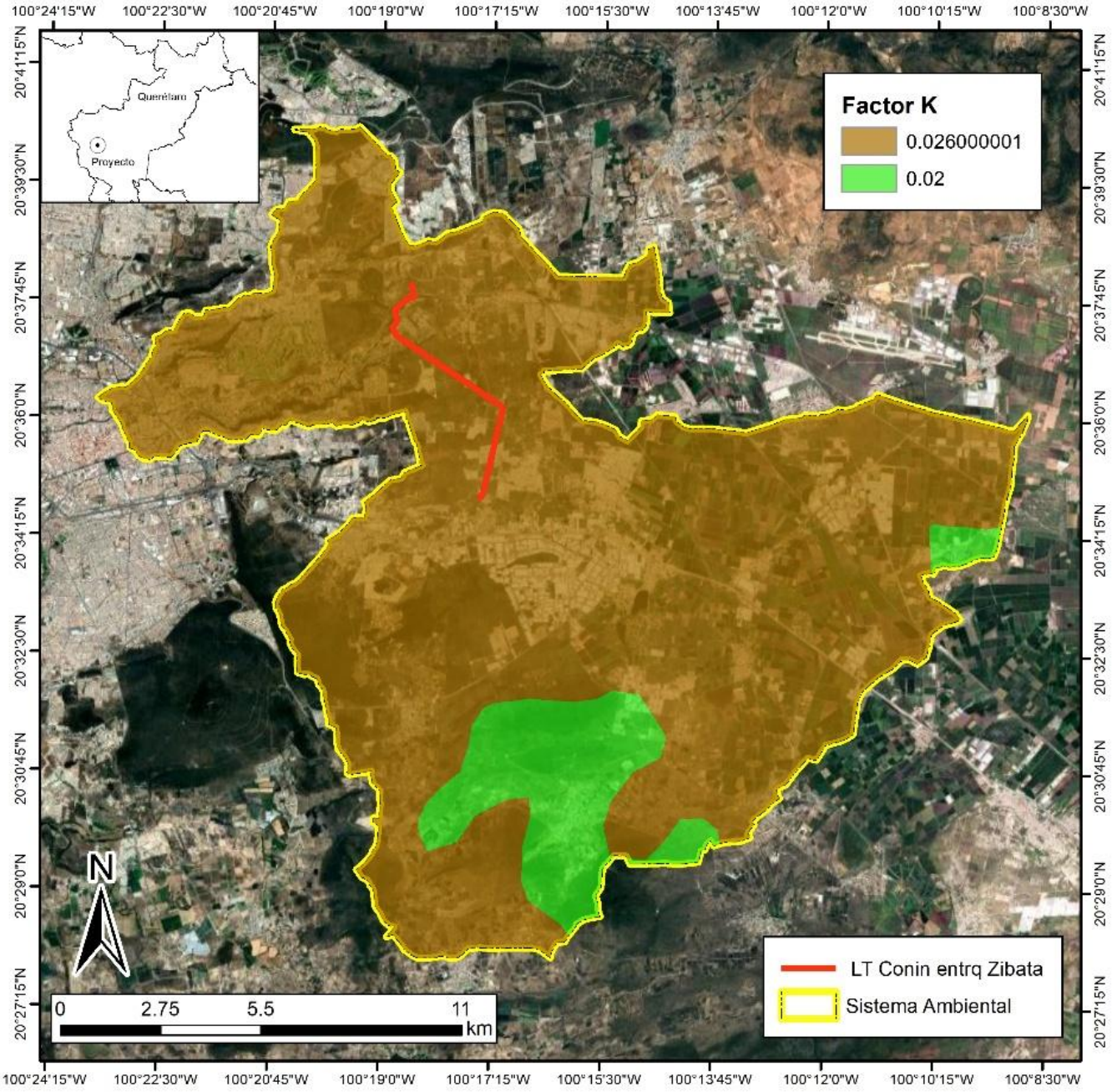
Tabla IV.17. Valores del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial

Símbolo	Nombre	Factor K			Símbolo	Nombre	Factor K		
		Gruesa	Media	Fina			Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013	Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Af	Acrisol férrico	0.013	0.02	0.007	Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.03	0.013	M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.04	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.02	0.007	N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.02	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.04	0.013	O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026	P	Podzol	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.04	0.013	Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.04	0.013	Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.02	0.007	Ph	Podzol húmico	0.026	0.04	0.013
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.04	0.013	Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.02	0.007	Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.04	0.013	Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.02	0.007
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026	R	Regosol	0.026	0.04	0.013
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.02	0.007	Re	Regosol éutrico	0.026	0.04	0.013
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico,gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026	Rc	Regosol calcárico	0.013	0.02	0.007
E	Rendzina	0.013	0.02	0.007	Rd	Regosol dístrico	0.026	0.04	0.013
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.02	0.007	Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
G	Gleysol	0.026	0.04	0.013	S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.02	0.007	Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
G (d,e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.04	0.013	Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.02	0.007	So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026	T	Andosol	0.026	0.04	0.013
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026	Th	Andosol húmico	0.013	0.02	0.007
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.02	0.007	Tm	Andosol mólico	0.013	0.02	0.007
I	Litosol	0.013	0.02	0.007	To	Andosol ócrico	0.026	0.04	0.013
J	Fluvisol	0.026	0.04	0.013	Tv	Andosol vítrico	0.026	0.04	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.02	0.007	U	Ranker	0.013	0.02	0.007

Símbolo	Nombre	Factor K			Símbolo	Nombre	Factor K		
		Gruesa	Media	Fina			Gruesa	Media	Fina
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.04	0.013	V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.04	0.013	W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026	Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026	We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.04	0.013	Wh	Planosol húmico	0.026	0.04	0.013
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013	Wm	Planosol mólico	0.026	0.04	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026	Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.04	0.013	X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.02	0.007	Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico,takírico)	0.053	0.079	0.026
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.04	0.013	Z	Solonchak	0.053	0.04	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.04	0.013	Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.04	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.04	0.013	Zm	Solonchak mólico	0.013	0.02	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.04	0.013					

Tabla IV.18 Rangos para el factor K para el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0.026000001	23,983.75	90.20
0.02	2,606.23	9.80



Mapa IV.33. Rangos del factor “K” en el área de análisis

Paso 3: Cálculo del factor de Longitud y pendiente. (LS).

La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente (Ríos, 1987). En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor. La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. La acumulación del volumen escurrido a lo largo de la pendiente, incrementa la capacidad de desprendimiento y transporte del escurrimiento (Wischmeier y Smith, 1978). Estos autores propusieron en 1965 una ecuación para estimar L:

$$LS = (\lambda / 22.13)^{m} (0.065 + 0.045s + 0.0065 s^{2})$$

Donde:

λ = Es la longitud de la pendiente
s **=** Es la pendiente del terreno en porcentaje
m = Es el exponente que depende del grado de pendiente
Ø= ángulo de la pendiente en porcentaje

Procedimiento: para realizar este procedimiento se utilizó el modelo digital de elevaciones de INEGI de 15 metros de resolución (https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/) y a partir de esto se siguieron un número de pasos:

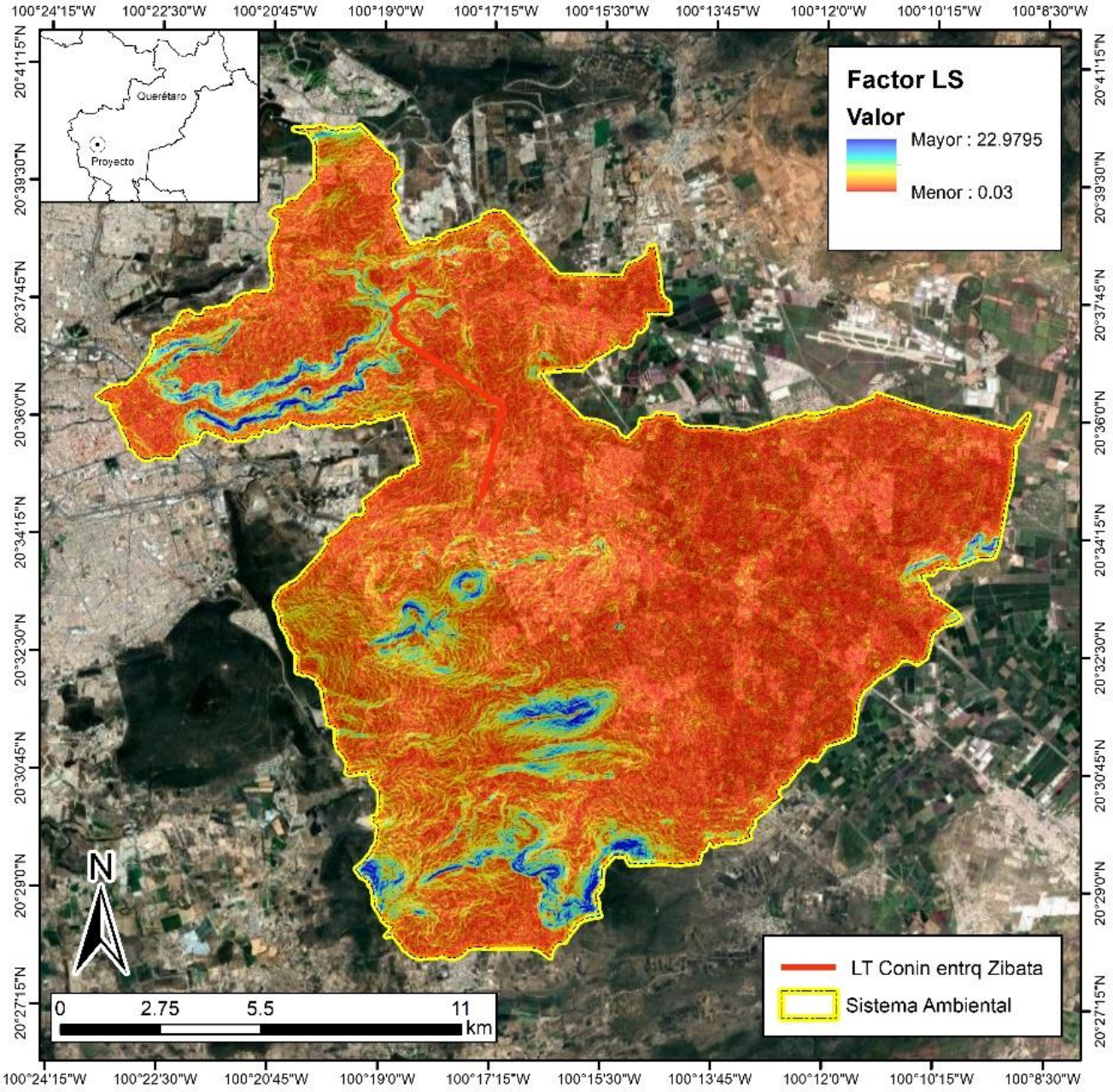
1) Ocupar la herramienta Fill (relleno) que elimina huevos de información que pudiera tener el modelo digital de elevaciones
2) Cálculo de la pendiente a partir del modelo obtenido del Fill
3) Cálculo de la pendiente (Herramienta Slope)
4) A partir del modelo digital de elevaciones después del Fill se calcula la dirección de flujo (con la herramienta de Flow direction)
5) A partir de la capa de flujo de direcciones se calcula la acumulación de flujo (con la herramienta Flow Acc)
6) Se calcula una capa intermedia denominada “F” con el raster calculator y empleando la siguiente fórmula ((Sin(slope)*0.01745)/0.0896)/(3*Power(Sin(slope)*0.01745),0.8)+0.56))
7) Se calcula una capa intermedia denominada “m) con el raster calculator y empleando la formula: (F) / (1+F)

8) Se calcula la capa “Factor L” a partir de la fórmula: (Pow((FlowAcc)+625),(m+1)-Pow(FlowAcc),(m+1)))/(Pow(25,(m+2))*Pow(22.13,(m))
9) Se calcula la capa “Factor S” a partir de la fórmula: con(Tan(slope*0.01745) < 0.09, (10.8*Sin(slope*0.01745)+0.03),(16.8*Sin(Slope*0.01745)-0.5))

Por último, a partir de las capas Factor L y S, se multiplican en la calculadora de raster y se obtiene la capa final LS. Esta capa final se reclasifico en tres categorías (tabla IV.19 y mapa IV.34).

Tabla IV.19. Valores del factor LS para el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0.03 - 1.51	20,688.92	77.81
1.52 - 4.02	4,486.64	16.87
4.03 - 22.97	1,414.43	5.32



Mapa IV.34. Factor L y S para el área de análisis

Paso 4: Cálculo del factor cultivo y prácticas de manejo (C y P).

El factor C refleja el efecto de la agricultura y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide cómo el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo.

La cobertura vegetal que incluye la vegetación en pie y los residuos sobre la superficie, reduce la erosión en tres formas: 1) proporciona protección al suelo contra el impacto directo de las gotas de lluvia, las cuales producen el salpicado; 2) reduce la velocidad del escurrimiento por el incremento en la rugosidad superficial; y 3) afecta la estructura y porosidad del suelo en la superficie y perfil del suelo (Wischmeier y Smith, 1965; Figueroa, 1975; Ríos, 1987), ya que incrementa el contenido de materia orgánica, la estabilidad de agregados, la capacidad de infiltración, y reduce la densidad aparente, entre otros efectos (Loredo et al., 1996). A partir de esta información distintos autores han generado diferentes valores de C y P, en este caso usamos los valores propuestos por Jung et al 2004 (tabla IV.20)

Tabla IV.20. Valores de Factor C asignados a los diferentes tipos de superficies en el área de análisis.

Uso de suelo o tipo de vegetación	Factor c	Factor P
Área urbana	0.1	1
Suelo desnudo	0.35	1
Bosque denso	0.001	1
Bosque ralo	0.01	1
Bosque mezclado con cultivos (Agroforestería)	0.1	0.8
Cultivos	0.5	0.5
Cultivos de inundación	0.1	0.5
Pastura densa	0.08	1
Pastura rala	0.2	1
Pasturas con cultivos	0.25	0.8
Humedales	0.05	1
Cuerpos de agua	0.01	1

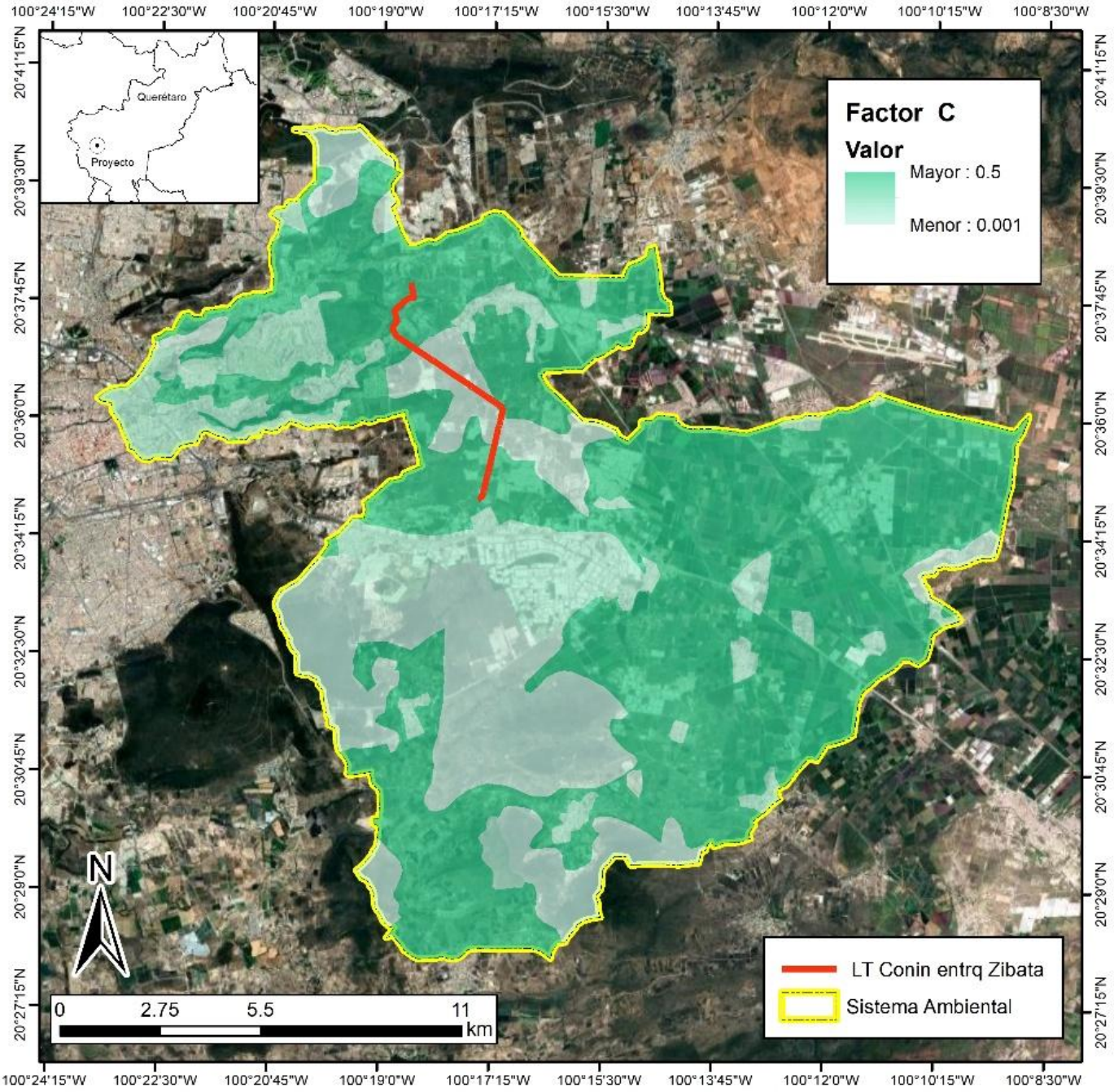
Procedimiento: a partir del mapa de uso de suelo y vegetación Serie VII de INEGI, se realizó una recategorización para que las categorías fueran igual que en la tabla IV.26.

Posteriormente se les asignaron los valores de C y P dependiendo las categorías presentes en el área de análisis.

Por último, estas capas fueron rasterizadas a una resolución de 15 metros. Esta capa final se reclasifico en seis categorías (tabla IV.21 y mapa IV.35)

Tabla IV.21. Valor y porcentaje de ocupación del factor CP en el área de análisis

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0.001 - 0.01	5,898.88	22.18
0.01 - 0.1	3,935.61	14.80
0.1 - 0.5	16,755.49	63.01



Mapa IV.35. Valores para el factor de cobertura vegetal “C”

Último paso: cálculo de erosión hídrica actual y potencial

A partir de las cinco variables previamente calculadas: R, K, LS, y C se utilizó el Raster calculator para realizar la operación de estas cinco variables. Para la erosión hídrica actual se utilizó la formula: **E=R*K*LS*CP,** mientras que para la erosión potencial se utilizó la formula **E=R*K*LS.**

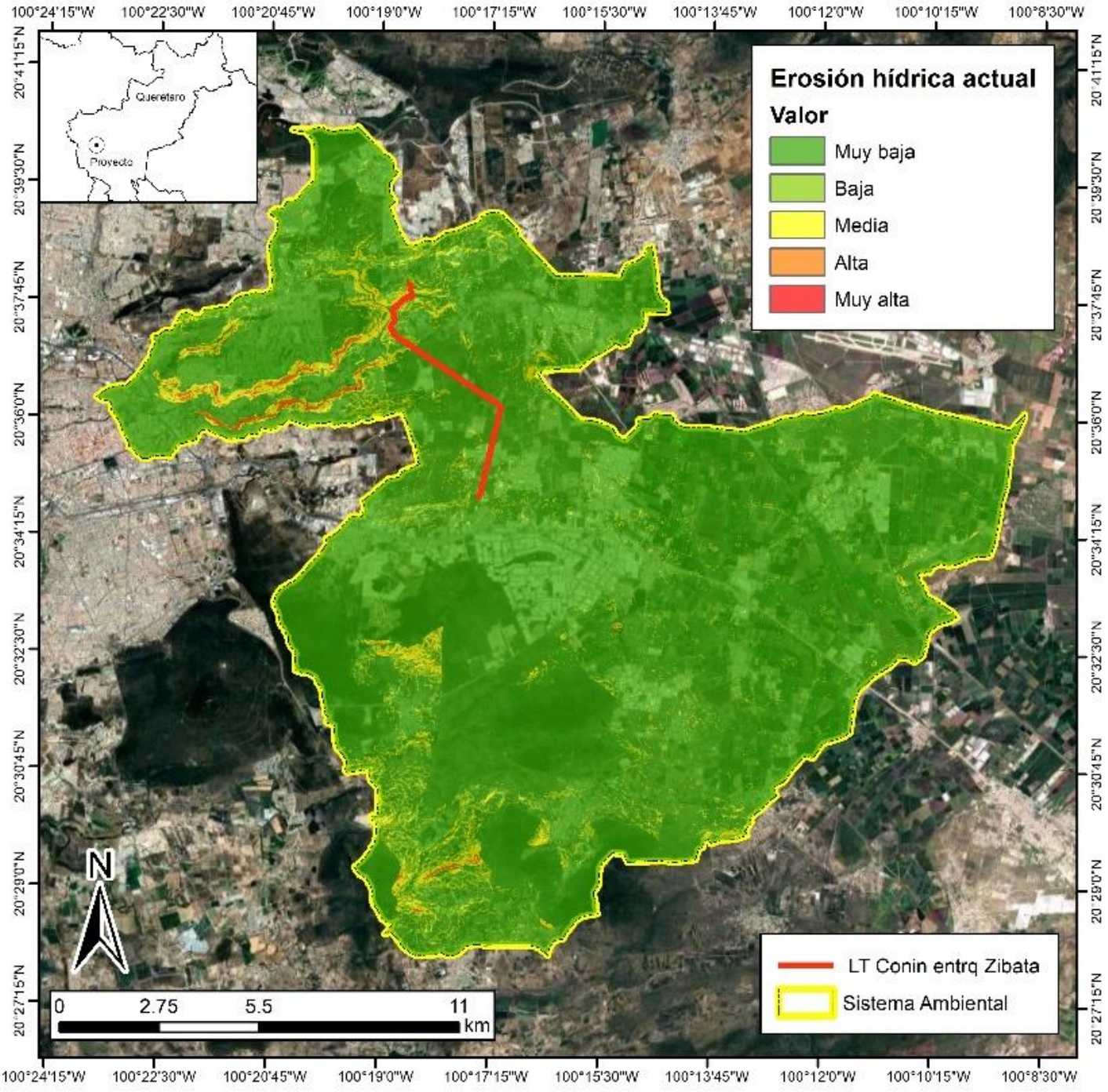
Los resultados de la erosión hídrica actual y potencial fueron agrupados en cinco clases dependiendo del nivel de erosión (tabla IV.22, tabla IV.23 y mapa IV.36 y mapa IV.37)

Tabla IV.22. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en el área de análisis.

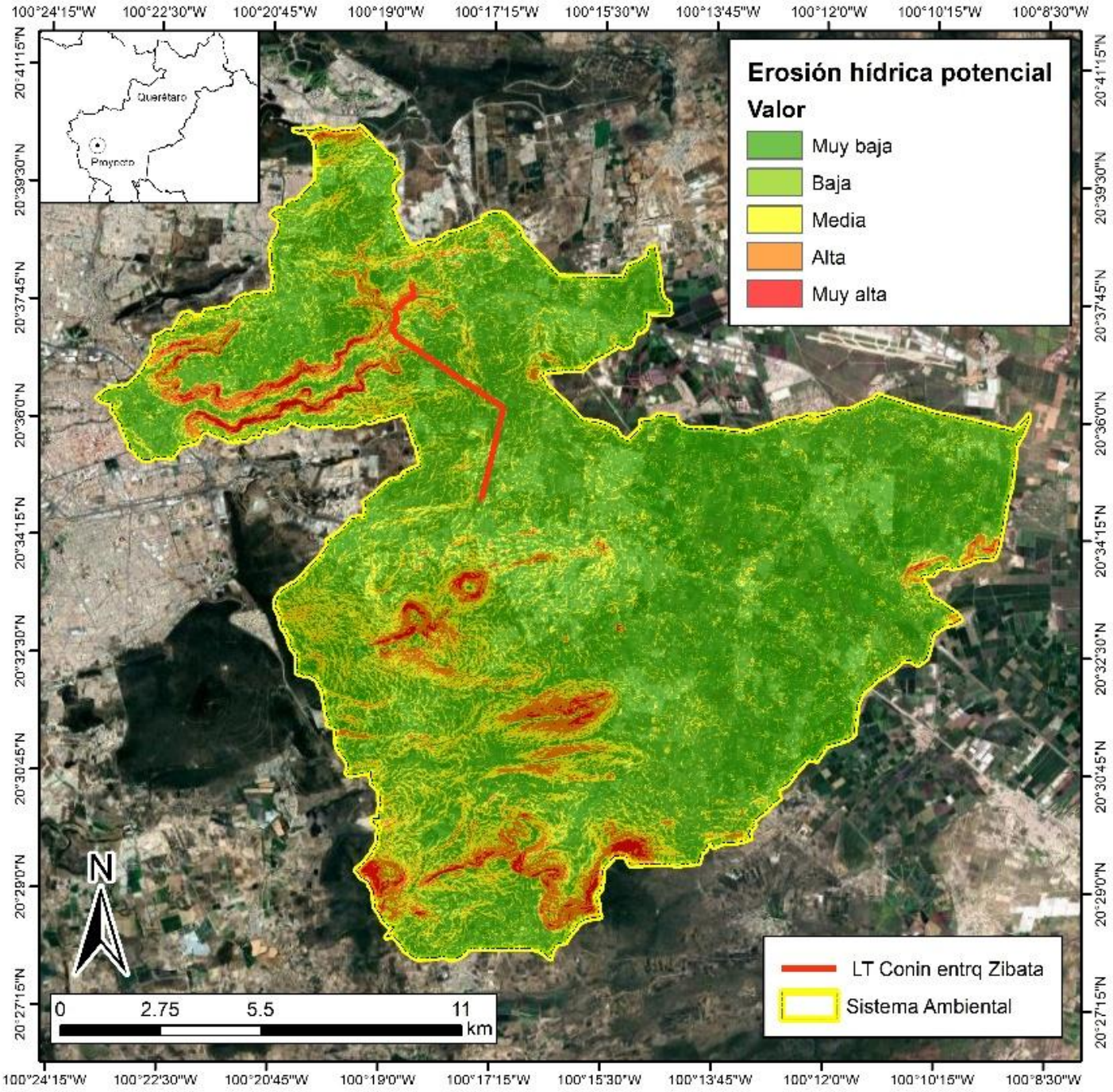
Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	23,696.37	89.12
Ligera (5-10)	2,142.34	8.06
Moderada (10-50)	600.92	2.26
Alta (50-200)	148.99	0.56
Muy Alta(>200)	1.36	0.01

Tabla IV.23. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	14,528.05	54.64
Ligera (5-10)	6,288.70	23.65
Moderada (10-50)	3,601.12	13.54
Alta (50-200)	1,799.65	6.77
Muy Alta(>200)	372.45	1.40



Mapa IV.36. Ubicación de tasas de erosión actual en el área de análisis



Mapa IV.37. Ubicación de tasas de erosión potencial en el área de análisis

Erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas por él llevadas desgastan la superficie del terreno (Wilson, 1984). Así, la erosión eólica remueve de los terrenos la porción más fértil del suelo y por lo tanto disminuye la productividad de los terrenos (Lyles, 1974). Parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión del suelo por el viento, de la misma manera que la del agua, depende de la fuerza con la que el fluido (el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel particularmente crítico, debido a la baja densidad y, por lo tanto, capacidad de transporte del aire. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica, y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo. Estas condiciones son muy comunes en los desiertos y a lo largo de las planicies de inundación y costas, pero la remoción de la vegetación y las cortinas rompevientos para fines de cultivo, propician una erosión eólica intensa en cualquier lugar.

Cabe señalar que el viento causará erosión sólo si el suelo se encuentra suelto o si lleva partículas en suspensión, pero difícilmente lo hará sin estas condiciones (Becerra, 2005). El proceso erosivo es básicamente el mismo que en erosión hídrica: remoción, transporte y depositación de las partículas del suelo (SEMARNAT, 2002).

La erosión eólica es una función principalmente del clima, el suelo y la vegetación, los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo; en áreas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y sueltos; y en áreas con escasa o ninguna cubierta vegetal (SEMARNAT, 2002).

Erosionabilidad del suelo. La erosionabilidad de los granos individuales del suelo depende de: diámetro, densidad y forma, sin embargo, la mayor parte de los suelos constan principalmente de agregados que contienen partículas individuales que se mantienen unidas por diversas fuerzas. El estado y la estabilidad de estas unidades estructurales es lo que

determina en gran medida la erosionabilidad el suelo (Chepil y Woodruff, 1963). Si un suelo está bien estructurado, el número de partículas pequeñas que pueden ser removidas es muy bajo y la abrasión o desgaste es mínimo debido a que se desprenden pocos gránulos de suelo. Por el contrario, los suelos que tienen estructuras débiles y un amplio abastecimiento inicial de material erosionable pueden desgastarse rápidamente.

El principal factor de erosividad es la fuerza del viento sobre la superficie del suelo. Las características que afectan esta fuerza pueden agruparse, según SEMARNAT (2002) en: los que se relacionan con la naturaleza del flujo atmosférico y los que se relacionan con la restricción a ese flujo, la aspereza superficial.

El viento a través de sus diferentes movimientos actúa sobre el desprendimiento y transporte del suelo a lo largo de distancias variables de acuerdo con su velocidad, tamaño de las partículas y la rugosidad del terreno. La velocidad del viento es la que determina la magnitud de las fuerzas que éste ejerce sobre el suelo. Es así que, a muy poca altura sobre la superficie, generalmente entre 0.3 y 2.5 mm, la velocidad del viento es casi nula, A poca altura por encima de este nivel el flujo de aire es laminar, e inmediatamente después de esta capa el flujo es turbulento. Es precisamente dentro de ésta última capa, donde se generan las corrientes cuya fuerza es causante del movimiento del suelo; las prominencias y ondulaciones del terreno que alcancen a penetrar en esta capa de aire turbulento absorberán la mayor parte de la energía del viento y de no tener un tamaño y peso más o menos grande o estar bien afianzadas, serán arrastradas por efecto de tales fuerzas.

Si una partícula penetra dentro de la capa de aire turbulento, ésta será transportada por la acción eólica, a menos que su diámetro, su densidad real y su grado de agregación con las partículas vecinas, le permita absorber la energía del viento y evitar su acarreo. Durante el desarrollo del proceso de erosión eólica, el suelo presenta simultáneamente tres tipos de movimientos, dependiendo de los diferentes diámetros de sus partículas; estos son: saltación, suspensión y rodamiento.

Saltación. Se considera como el movimiento más importante, debido no sólo a que la mayor parte del suelo se mueve de esta manera, sino que también cualquiera de los otros dos movimientos está sujeto a que previamente se haya presentado saltación. La saltación de las partículas es pequeña “saltos” sobre la superficie del suelo. Al ir cobrando fuerza el viento, su presión frontal, imparte a las partículas del suelo una velocidad horizontal, estas ruedan primero y luego se deslizan paralelamente al piso. Al hacer impacto con el suelo o algún obstáculo, su velocidad horizontal se convierte en vertical, lanzándose entonces las partículas del suelo hacia arriba para describir, al regresar al suelo una trayectoria parabólica.

Este movimiento recibe el nombre de saltación. Al caer al piso las partículas saltantes rebotan y vuelven a saltar, o bien hacen saltar a otras. De esta forma se genera un intercambio continuo entre las partículas que saltan y las que se mueven por otros medios.

Suspensión. La suspensión actúa sobre las partículas más finas, generalmente de diámetro menor de 0.1 mm. Estas partículas al ser lanzadas hacia arriba durante la saltación y debido a lo reducido de su tamaño, la fuerza del viento vence la atracción de la gravedad y éstas son transportadas a grandes distancias en forma de nubes de polvo.

Rodamiento. Como su nombre lo indica es el arrastre de las partículas sobre la superficie del suelo, impulsadas por el viento u otras partículas en movimiento. El rodamiento se realiza con partículas de diámetro comprendido entre 0.5 y 2 mm sin que esto excluya el arrastre del material de mayor tamaño.

En estudios realizados sobre la acción erosiva de cada uno de los tres movimientos antes discutidos, Chepil (1945) encontró que la saltación transporta entre 55 y 72% del material edáfico desprendido y desplazado por acción eólica; del 3 al 38% por suspensión y del 6 al 25% por rodamiento. Concluyó además que el 50% del movimiento tiene lugar en los 50mm superficiales, en tanto que el 90 % se desarrolla en los primeros 30 centímetros. La evaluación de este tipo de erosión se desarrolló tomando como base el modelo propuesto por la FAO en el año 1980.

La fórmula para calcular la erosión eólica es:

$$D= C * S *U$$

Donde

D = degradación del suelo por erosión eólica
C = Factor de agresividad climática
T = Factor topográfico
U = Factor cubierta vegetal y cultivos

Para el caso de la erosión hídrica potencial se aplica la misma fórmula, pero sin el factor U, dado que se asume que todo el suelo es homogéneo sin vegetación. Por lo tanto, es necesario calcular cada una de las variables de manera independiente para poder calcular la erosión eólica actual y potencial.

Primer paso: cálculo factor de agresividad climática (C)

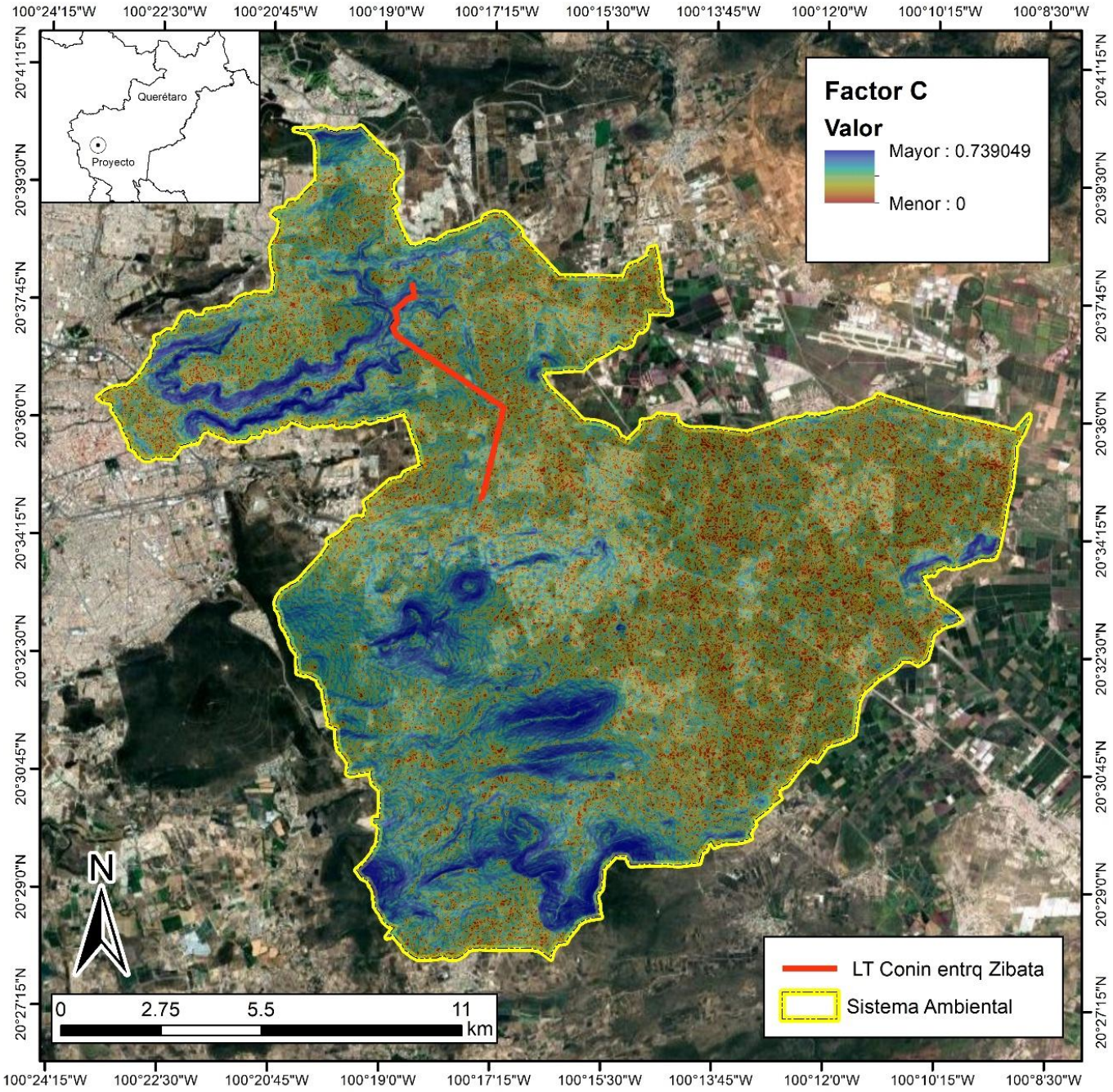
Tiene en cuenta tanto la velocidad del viento como el contenido de humedad del suelo. Los cálculos de la velocidad del viento se basan en la suposición de que cuando ésta supera el umbral necesario para mover partículas, la intensidad del movimiento de las partículas del suelo es directamente proporcional al cubo de la velocidad del viento.

Procedimiento: Los valores del viento fueron obtenidos de base de datos de Global Wind Atlas (https://globalwindatlas.info/es/) correspondientes en el área de análisis fueron en promedio de 1.25 m/s (con una mínima de 0.098 m/s y una máxima de 3.49 m/s). Una vez obtenidos los valores de velocidad del viento y a partir de los valores del régimen de humedad de suelo establecidos por la CONABIO (http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rehsu4mgw.html) se multiplicaron ambas capas mediante el ráster calculator.

Por último, estas capas fueron rasterizadas a una resolución de 15 metros. Esta capa final se reclasifico en dos categorías (tabla IV.24 y mapa IV.38)

Tabla IV.24. Valores del factor C y porcentaje de ocupación en el área de análisis

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0 - 0.24	2,641.04	9.93
0.25 - 0.47	13,823.52	51.99
0.48 - 0.73	10,125.43	38.08



Mapa IV.38. Valores del factor C del área de análisis

Segundo paso: cálculo factor de edáfico (S)

La erodabilidad de los suelos, está definida fundamentalmente por la estabilidad de esas unidades estructurales o agregados. Un suelo con una estructura evolucionada, que se compone por agregados resistentes a la erosión, contendrá probablemente un reducido número de partículas no cementadas lo suficientemente diminutas para ser movilizadas por el viento, por lo que la magnitud de la abrasión producida es ínfima, gracias a la resistencia mecánica de los peds y al aporte limitado de material con capacidad abrasiva. Por tales razones, la erosión eólica es baja, mientras que los suelos con estructuras lábiles y un suministro inicial suficiente de material erosionable, pueden erosionarse de manera acelerada

Procedimiento: A partir de las cartas edafológicas del INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267636) y tomando en consideración las unidades, subunidades, texturas y fases físicas de los diferentes tipos de suelos, se le asignó el valor correspondiente de erodailidad edáfica (tabla IV.25).

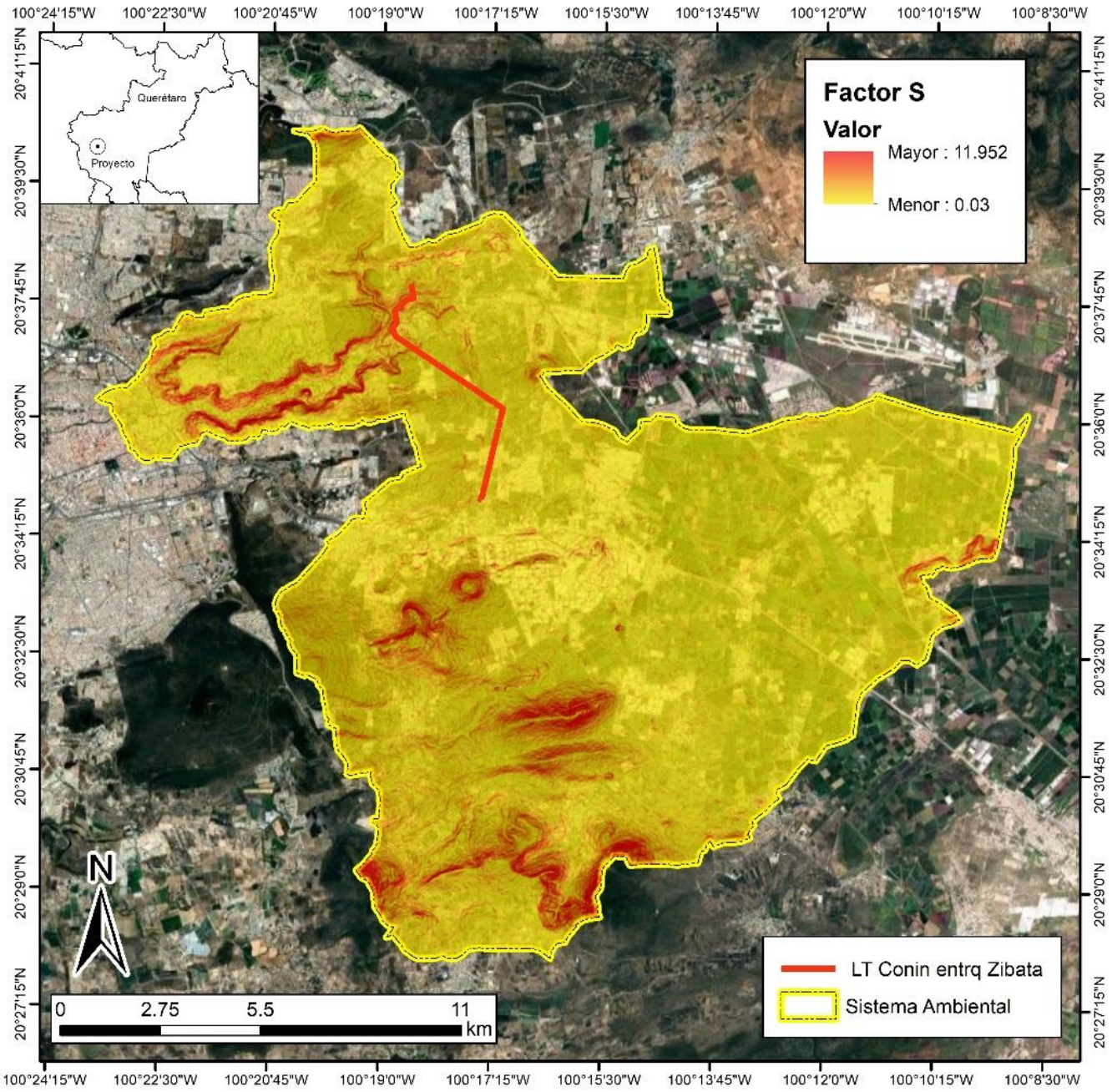
Tabla IV.25. Grupos de erodabilidad eólica por Lyles (1975) y Kimberlin et al. (1977)

Clase Textural	1 - gruesa	2 - media	3 - fina
Composición textural	< 18 arcilla y >65 Arena	< 35 a y< 65 A	> 35 a
Valoración suelo calcáreo	3.5	1.25	1.85
Valoración suelo no calcáreo	3.5	1.75	1.85
Valoración suelo pedregoso	1.75	0.62	0.92

Por último, estas capas fueron rasterizadas a una resolución de 15 metros. Esta capa final se reclasifico en tres categorías (tabla IV.26 y mapa IV.39).

Tabla IV.26. Valores asignados del factor S en el área de análisis y superficie ocupada.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0.03 - 1.38	20,850.59	78.42
1.39 - 3.64	4,379.86	16.47
3.65 - 11.95	1,359.54	5.11



Mapa IV.39. Valores del factor S en el área de análisis

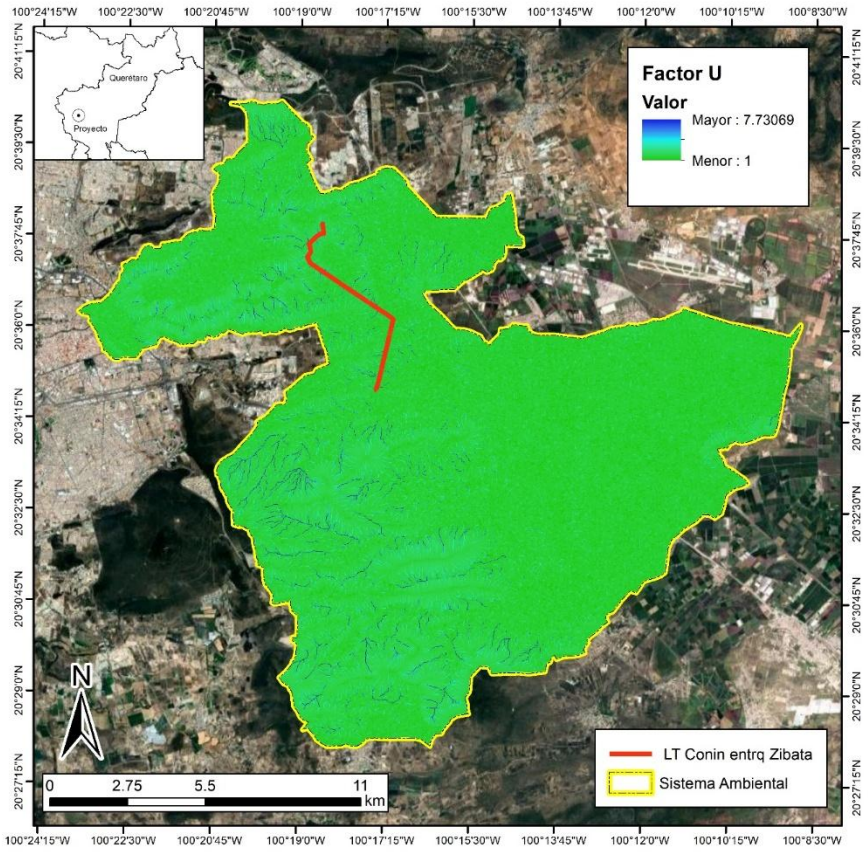
Tercer paso: cálculo factor uso suelo y cultivos (U)

La vegetación, aún con coberturas inferiores al 20%, es un factor efectivo de protección del suelo. Por lo tanto, la vegetación apoya en la reducción de la erosión eólica.

Procedimiento: a partir del mapa de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI se reclasificaron las categorías dependiendo el porcentaje de cobertura de la tabla IV.27. El resultado de esta recategorización se rasterizó. Esta capa final se recategorizó en dos clases (mapa IV.40).

Tabla IV.27. Valoración del factor u según metodología de la FAO (1980)

Cobertura de suelos (%)	0-1	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Valoración	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05



Mapa IV.40. Valores del factor U en el área de análisis

Último paso: cálculo de erosión eólica actual y potencial

A partir de las tres variables previamente calculadas: C, S, y U se utilizó el Raster calculator para realizar la operación de estas cinco variables. Para la erosión eólica actual se utilizó la formula: **E=C*S*U,** mientras que para la erosión potencial se utilizó la formula **E=C*S**

Los resultados de la erosión eólica actual y potencial fueron agrupados en cinco clases dependiendo del nivel de erosión (tabla IV.28, tabla IV.29 y mapa IV.41 y mapa IV.41)

El grado de afectación que presenta la erosión actual por efecto del viento en el área de análisis se presenta en la figura y en la tabla siguiente.

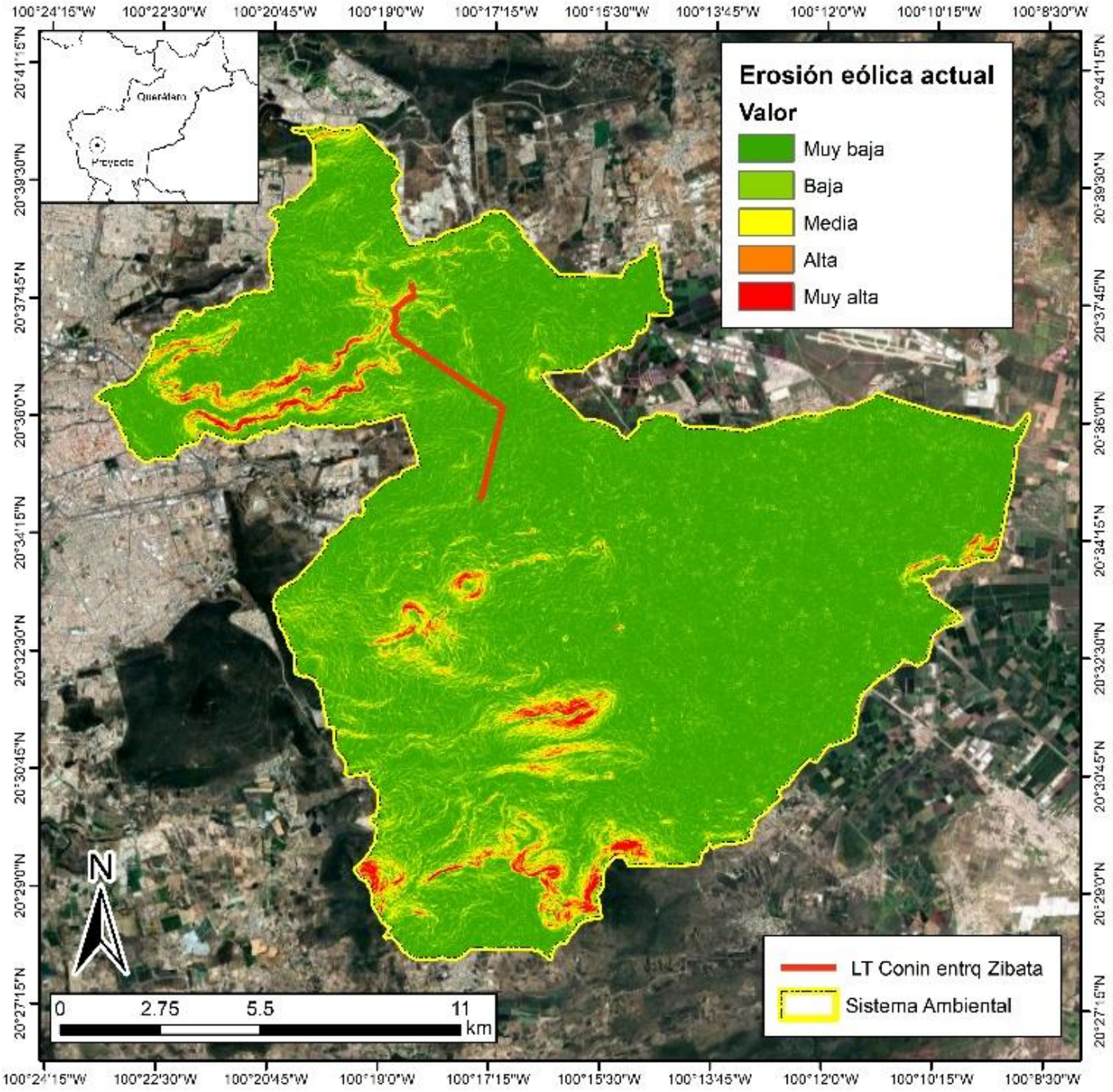
Tabla IV.28. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (ha)	%
Nula (0-5)	17,538.10	65.96
Ligera (5-10)	5,382.10	20.24
Moderada (10-50)	2,127.37	8.00
Alta (50-200)	1,092.24	4.11
Muy Alta(>200)	450.17	1.69

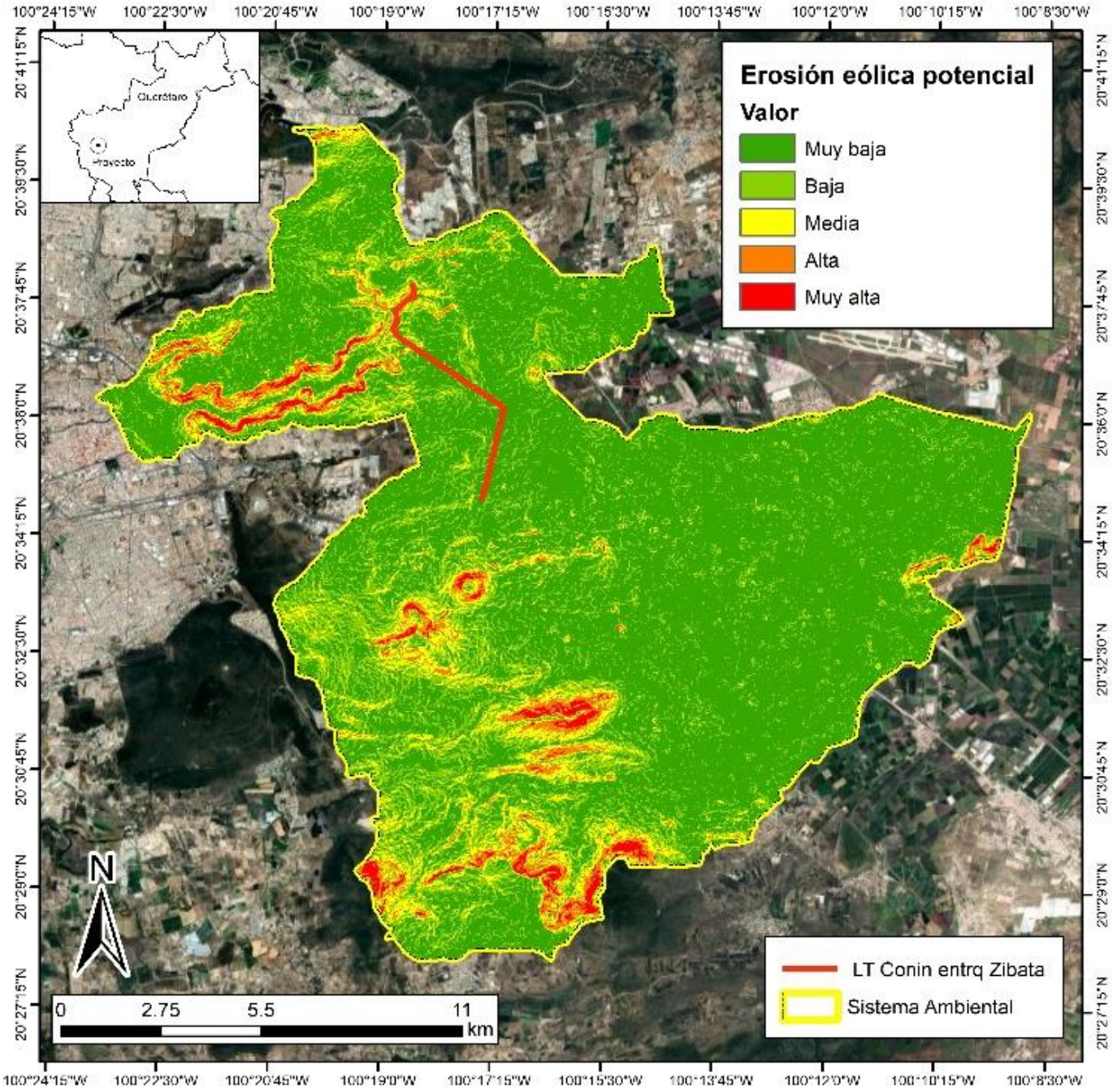
El grado de afectación que presenta la erosión potencial por efecto del viento en la microcuenca se presenta en la figura y en la tabla siguiente.

Tabla IV.29. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en el área de análisis.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	17,425.06	65.53
Ligera (5-10)	5,269.06	19.82
Moderada (10-50)	2,059.55	7.75
Alta (50-200)	1,273.11	4.79
Muy Alta(>200)	563.21	2.12



Mapa IV.41. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en la microcuenca



Mapa IV.42. Pérdida de suelo por erosión eólica potencial en la microcuenca

METODOLOGÍA Y RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA DE LOS PREDIOS DE LA OBRA EN PROYECTO.

Metodología para estimar la pérdida del suelo por erosión hídrica

Con la finalidad de estimar la erosión del suelo en condiciones actuales para el o los predios donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo del proyecto en estudio, se empleará la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Para realizar los cálculos de la erosión se siguió la metodología descrita por Uribe (2012) en su tesis titulada Estimación de la erosión hídrica y recomendaciones para la conservación de suelos.

Esta ecuación estima las pérdidas de suelo anuales, como valor promedio de un período 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.

$$\mathbf{E = R \times K \times LS \times C \times P}$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea al año (toneladas/ha, año).
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr (milímetros/hora).
K = Erosionabilidad del suelo.
LS = Longitud y grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E = R \times K \times LS}$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación Ep = R*K*LS que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wiscmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con

la información necesaria. De tal manera que a continuación se presenta la metodología empleada para la estimación de la erosión en los siguientes dos escenarios de evaluación de este proyecto:

Escenario 1. Erosión en las condiciones actuales de la superficie de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

Escenario 2. Erosión durante las acciones de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

Erosividad de la lluvia (R)

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas de suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual tiene la habilidad de transportar las partículas de suelo.

Para estimar este factor Cortés (1991) estimó el índice de erosividad para un evento para las diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores de erosividad que varían de 500 a 29 mil Megajoules mm/ha hr año. El propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual (p) para estimar el valor de R de la EUPS, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV.30. Ecuaciones de erosividad.

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	$R= 3.77448p + 0.004540p^2$

Región	Ecuación
12	$R= 2.46190p + 0.006067p^2$
13	$R= 10.74273p – 0.001008p^2$
14	$R= 1.50046p + 0.002640p^2$
Fuente: Cortés, 1991.	

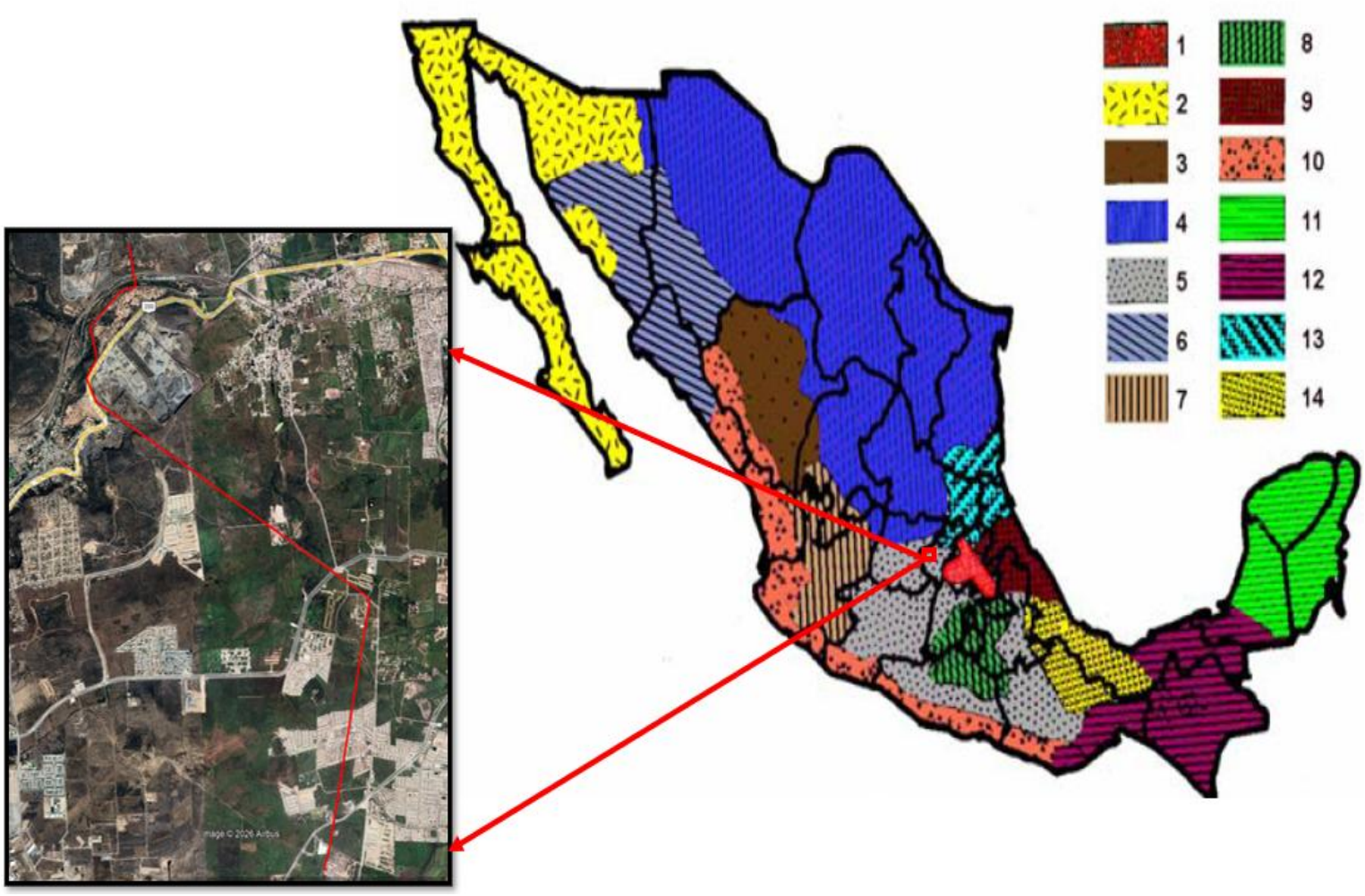


Figura IV.2. Las 14 regiones de erosividad.

Erosionabilidad del suelo (K)

Se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado. Este factor refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas a igualdad de los demás factores.

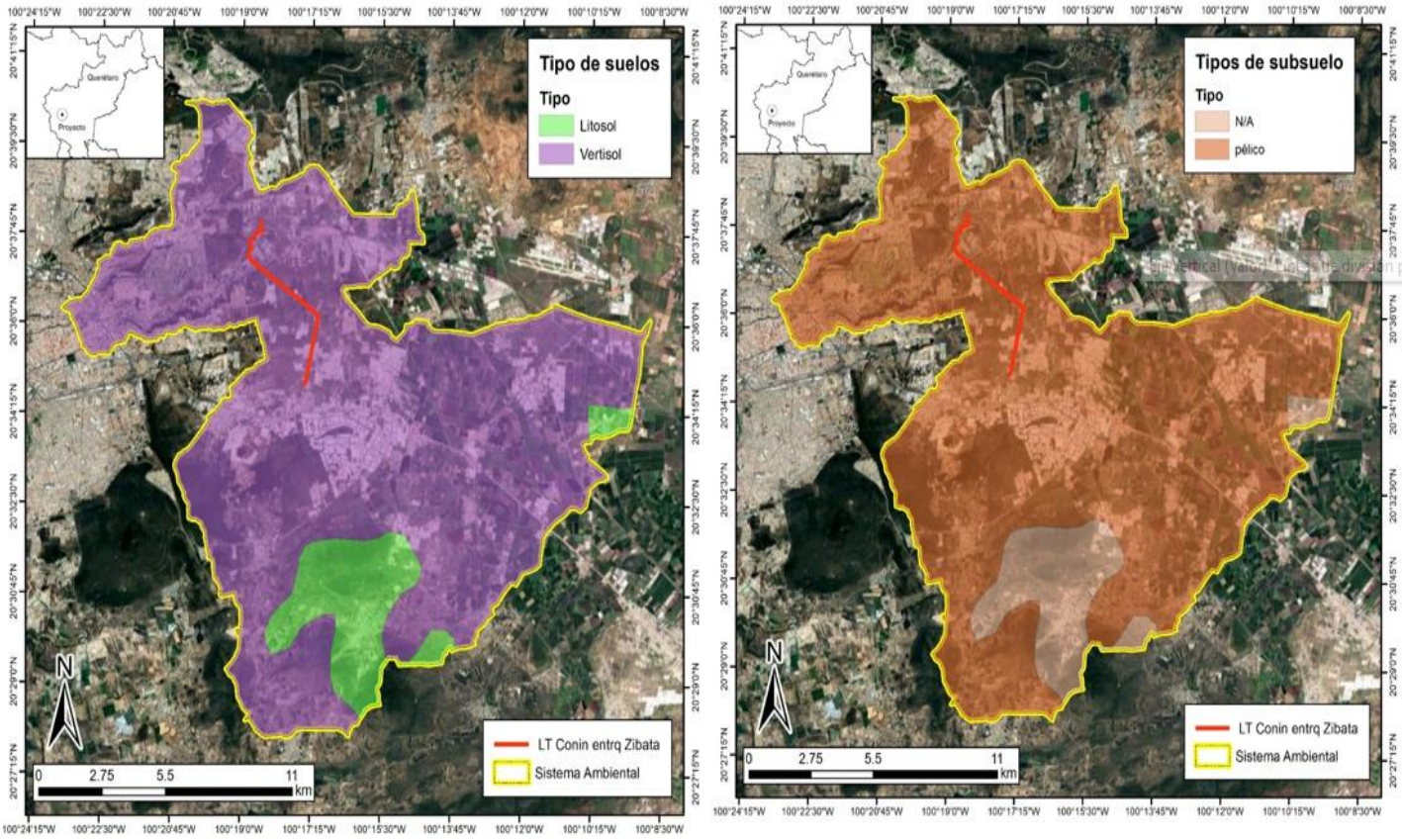
Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Tabla IV.31. Valores de K de acuerdo a la FAO.

|FACTOR K				
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
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	Cambisol 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

FACTOR K				
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
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.02	0.026
K(h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcicoy 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
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013

			FACTOR K		
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



Mapa IV.43. Tipo de suelo en el área de CUSTF.

Longitud y grado de la pendiente (LS)

Según Figueroa (1991), el factor LS se conoce con el nombre de factor topográfico. Expresa el efecto del relieve sobre la pérdida de suelo, representando el efecto del largo y grado de la pendiente. Para su cálculo existen distintas ecuaciones. La longitud L se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Por su parte, el grado de erosión también depende de la pendiente, por lo que con relación a una parcela de 22.13 m de longitud, ambos factores se pueden unir en uno solo a través de la ecuación adimensional:

$$\mathbf{LS} = \left({}^{\mathbf{X}}/_{\mathbf{22.13}}\right)^{\mathbf{m}} \times \left((\mathbf{0.065} + \mathbf{0.045}) \times \mathbf{S}\right) + \left((\mathbf{0.0065}) \times (\mathbf{S^2})\right)$$

Donde:
LS: Longitud y grado de la pendiente
X: Es la longitud de la pendiente, en metros.
m: Es una constante que está influenciada por la pendiente:
(m=0.5 si S > 5%,
m=0.4 si [3.5 <S <4.5%],
m=0.3 si [1<S<3%] y
m=0.2 si S<1%).
S: es la pendiente del terreno, en porcentaje.

Para estimar los valores es necesario determinar la pendiente del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$\mathbf{s} = \left({}^{(\mathbf{Hf} - \mathbf{Hi})}/_{\mathbf{L}}\right) \times \mathbf{100}$$

Donde:
s: Grado de pendiente (%).
Hf: Altura más elevada del terreno (m).
Hi: Altura más baja del terreno (m).
L: Longitud del terreno (m).

Zona UTM	CUSTF (m^2)	Polígono (F)	Longitud (m) L	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Pendiente (%) S	LS
14 Q	49302.00	LT Conín entronque	7929	1971	1873	1.24	0.762

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Munguía (2012) y Marchamalo (2007) propone el uso de tablas para determinar el valor de C para pastizales, matorrales, arbustos y algunos cultivos, de las cuales se presentan los valores de C correspondientes al tipo de vegetación del que se trate.

Tabla IV.32. Valores del factor C.

Factor C								
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 y Selva (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
	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 (4 metros) bosque	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 centímetros de humus								
W: Cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer								
Uribe Munguía Cecilia. “Estimación de la Erosión Hídrica y Recomendaciones para la conservación de suelos”. Tesis profesional. Chapingo, México, 23 de agosto de 2012.								

Cabe mencionar que los valores de C se determinaron a partir de la información de coberturas de la vegetación registradas en los sitios de muestreo. De acuerdo con la información levantada, la vegetación correspondiente al proyecto en estudio, la cual es de 50%. En base a estas coberturas, se asignaron valores de cubrimiento establecidos por Uribe Munguia Cecilia mostrados en el cuadro anterior. Para el tipo de vegetación antes mencionado se le asignó un **valor de 0.036.**

Para el cubrimiento del escenario 2 se toma como una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, así que el valor de C es representada a la unidad (**1.0**) a medida que la cobertura vegetal sea menor, es decir sin presencia de vegetación forestal, mientras que el valor de C toma valores menores a la unidad cuando un terreno presenta vegetación forestal en sus diferente condiciones de cobertura (Renard, Montes, & Becerra, 1997, 2002, 1997)[2].

De lo anterior descrito y para el caso de nuestro estudio, se estará considerando el factor C con una cobertura de vegetación nula, adquiriendo un valor de la unidad (1.0).

Factor de prácticas de conservación (P)

Derivado de la condición actual que presenta el área solicitada a cambio de uso de suelo, no se tienen obras de conservación de suelos, por lo que el valor para este factor es 1.

Erosión actual en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (escenario 1)
Erosividad de la lluvia (R)

De acuerdo con el mapa donde se muestran las 14 regiones con diferente grado de erosividad y tomando en cuenta la ubicación del proyecto; y debido a que se ubica en el Municipio El Marqués, en el estado de Querétaro; la ecuación para determinar el factor R corresponde a la región V:

$$\mathbf{II:}\ \mathbf{R} = \mathbf{3.48801p} + \mathbf{0.000188\,p^2}$$

Donde:
R= Erosividad de la lluvia

[2] www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n1/v2n1a1.pdf

p = Precipitación

Ahora sustituiremos el valor de precipitación a la ecuación universal de pérdida de suelo, sin embargo, para la superficie en la que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se registra una precipitación anual promedio en milímetros.

Sustituyendo este valor en la ecuación de la región se expresa lo siguiente:

Donde:
R= Erosividad de la lluvia
p = Precipitación

Ahora sustituiremos el valor de precipitación a la ecuación universal de pérdida de suelo, sin embargo, para la superficie en la que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se registra una precipitación anual promedio en milímetros. Sustituyendo este valor en la ecuación de la región se expresa lo siguiente:

Polígono del proyecto: $R = 3.48801(462.2) - 0.000188(462.2)^2$

$$\mathbf{R = 1652.320\ Mj/ha\ mm/hr.}$$

Este procedimiento que se realizó para el Polígono del proyecto se encuentra en el anexo Excel “Erosión hídrica” – Factor R.

Nota: Los valores de precipitación anual que se ocuparon para obtener los valores de erosión, corresponde a la precipitación anual de la estación climatológica Plantel 7 (CONAGUA) (22070), que es la más cercana al sitio de estudio.

Para determinar la precipitación del área de CUSTF se consultaron las normales de precipitación de la estación meteorológica más cercana a la superficie de interés, correspondientes al periodo 1980-20103 (CONAGUA, 2016). A continuación, se presentan los datos de la estación, así como el promedio obtenido.

3 https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL26086.TXT

Tabla IV.33. Precipitación del área de CUSTF.

Latitud	Longitud	Clave	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
20.60555556 °	-100.3436111	22070	Plantel 7	1850	462.2

Para determinar el volumen de agua precipitada en un año sobre la superficie se utiliza la siguiente ecuación:

$$Volumen\ de\ precipitación\ anual = Precipitación\ (m) \times Superficie\ (m^2)$$



Erosionabilidad del suelo (K)

Se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado. Este factor refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas a igualdad de los demás factores.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro, para que, con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K) de acuerdo con la clasificación de la FAO 1980.

Que, para este caso, el proyecto se encuentra en su mayoría representado por los siguientes tipos de suelo establecidos de acuerdo con la carta edafológica del INEGI (2004).

Tabla IV.34. Unidades de suelo de acuerdo con 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	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B(c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, eutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	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	0.020	0.007
D(d, g, e)	Podzoluvisol (districo, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a, h, p, o, r, x)	Ferrasol (áctico, húmico,plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Gc	Gleysol calárico	0.013	0.020	0.007
G(d, e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h, m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	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	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	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	0.020	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.020	0.026
K(h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcicoy lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	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	0.040	0.013
N(d, e, h)	Nitosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
O(d, e, x)	Histosol (dístrico, eútrico, gélico)	0.013	0.020	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	0.040	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	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	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	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	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	0.040	0.013
Zg	Solonchal gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchal takírico	0.053	0.079	0.026

El valor fue asignado de acuerdo con el tipo de suelo que establece la carta topográfica de suelos con sus respectivas texturas. Ver anexo Excel “Erosión hídrica”-Factor_K.



Figura IV.3. Longitud y grado de la pendiente (LS)

Según Figueroa (1991), se conoce con el nombre de factor topográfico. Expresa el efecto del relieve sobre la pérdida de suelo, representando el efecto del largo y grado de la pendiente. Para su cálculo existen distintas ecuaciones. La longitud L se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Por su parte, el grado de erosión también depende de la pendiente,

por lo que con relación a una parcela de 22.13 m de longitud, ambos factores se pueden unir en uno solo a través de la ecuación adimensional:

$$LS = ((X/22.13)^m)*(0.065+((0.045)*(S))+((0.0065)*(s)^2)$$

Donde:

X: es la longitud de la pendiente, en metros.
m: es una constante que está influenciada por la pendiente:
(m=0.5 si S > 5%,
m=0.4 si [3.5 <S <4.5%],
m=0.3 si [1<S<3%] y
m=0.2 si S<1%).
s: es la pendiente del terreno, en porcentaje.

Para estimar los valores es necesario determinar la pendiente del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del terreno, por lo que la fórmula resulta ser la siguiente:

$$s= (Hf-Hi)/L$$

Donde:

s: Grado de pendiente (%).
Hf: Altura más elevada del terreno (m).
Hi: Altura más baja del terreno (m).
L: Longitud del terreno (m).

Por lo anterior, se procedió a determinar la pendiente de los polígonos que conforma 4.9302 ha sujetas a la autorización de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

En la siguiente table se muestra el procedimiento para la obtención de valor LS para el área de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

Tabla IV.35. Procedimiento realizado para obtención de valor LS.

Zona UTM	CUSTF (m2)	Polígono (F)	Longitud (m) L	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Pendiente (%) S	LS
14 Q	49302.00	LT Conín entronque	7929	1971	1873	1.24	0.762

Ver anexo Excel "Erosión hídrica" – Factor_LS, donde se presentan los cálculos para su verificación.

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe un tipo de vegetación con una cobertura vegetal alta.

Munguía (2012) y Marchamalo (2007) propone el uso de tablas para determinar el valor de C para bosques templados y tropicales los cuales ostentan el tipo de vegetación que involucran al proyecto en estudio, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV.36. Factor C.

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 y Selva (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	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
	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 (4 metros) bosque	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 centímetros de humus								
W: Cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer								

1	Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo (Escenario 2), el valor de C es la unidad.

Factor de prácticas de conservación (P)

Derivado de la condición actual que presenta el área sujeta a cambio de uso de suelo, no se tienen obras de conservación de suelos, por lo que el valor para este factor **es 1**.

Estimación de la erosión del suelo sin proyecto (Escenario 1).

En la superficie sujeta a CUSTF no se han realizado las actividades que comprende el proyecto en estudio, a continuación, se presentan los resultados producto de la estimación de la erosión del suelo en este escenario.

Tabla IV.37. Erosión actual en la superficie del CUSTF.

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín Entronque	Selva baja caducifolia (SBC	1652.320	0.026	0.762	0.036	1.00	1.18	4.9302	5.810

Resultado de la erosión escenario 1:

Tabla IV.38. Resultado de la taza de erosión escenario

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Con cubierta vegetal (CUSTF) E1
					Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **5.810 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de **0.0581 mm**, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Ver tabla anterior).

Erosión durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (escenario 2) y sin medidas de mitigación.

En este escenario se considera la realización de las actividades de CUSTF para el establecimiento del proyecto, sin llevar a cabo medidas de mitigación. A continuación, se presenta la estimación de la erosión del suelo, en el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.

Tabla IV.39. Erosión durante el cambio de uso de suelo

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín entronque	Selva baja caducifolia	1652.32	0.026	0.762	1.00	1.00	32.736	4.9302	161.394

Resultado de la erosión escenario 2:

Tabla IV.40. Resultado de la erosión escenario 2.

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
					Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	161.394

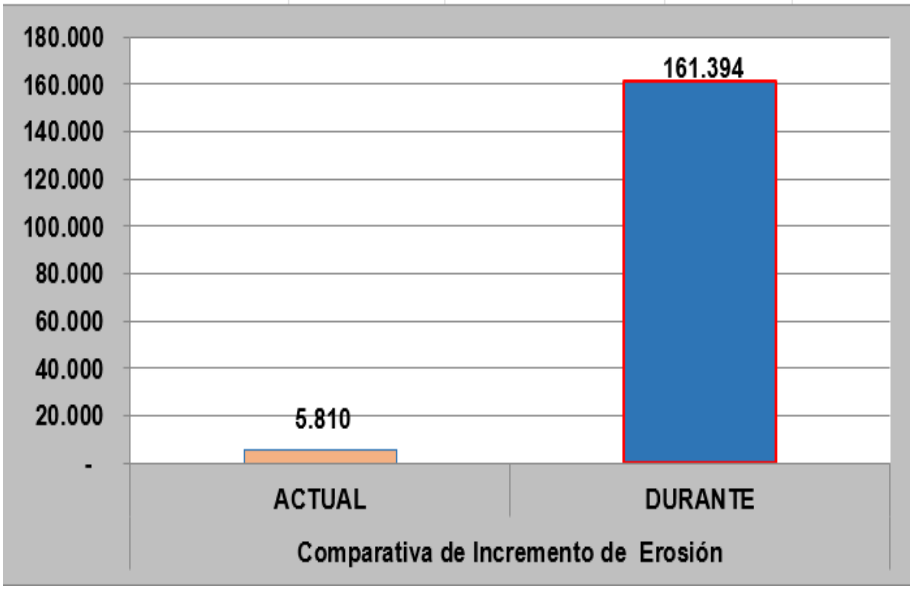
La erosión SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN nos indica una pérdida de suelo de **161.394 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **1.61 mm**; si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. Lo que representa un incremento de pérdida de suelo de **155.584 ton/año**, dicho suelo se recuperará con la implementación de medidas de mitigación.

Comparativa de Escenarios

A continuación, se presenta el resumen obtenido de la estimación de erosión bajo las condiciones (actual y durante) en la superficie solicitada para CUSTF (4.9302 hectáreas).

Número	Propietario	Municipio	Poligonos correspondientes de CUSTF	CUSTF (ha)	Con cubierta vegetal escenario 1	Sin cubierta vegetal escenario E2
					Erosión Hídrica (ton/año)	Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810	161.394
A COMPENSAR						**155.584**

Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a **161.394 ton/año**, respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año**.



Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a la selva baja caducifolia es de **161.394 ton/año**,

respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año**, lo cual será mitigado por el promovente.

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son (ver anexo IX.3.H programa de conservación de suelos y agua de este estudio):

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de **155.584** ton/año, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere que **demuestre que la erosión de los suelos se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal**. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del área de CUSTF en estudio.

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalme y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo, específicamente la erosión eólica.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente

en su área de influencia, dando así atención plena al supuesto de excepción a que se refiere el artículo **93 de la LGDFS en cuanto a No generar la erosión del suelo**.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Metodología para estimar la pérdida del suelo por erosión eólica de los predios CUSTF

La erosión eólica es el proceso por el cual el material superficial de los suelos es removido, transportado por el viento y depositado en otros sitios. Es un proceso que difícilmente pueda revertirse ya que produce la pérdida de componentes texturales más finos, modificando así algunas propiedades del suelo, afectando su productividad.

En nuestro país se han realizado diversas evaluaciones, pero debido a diferencias metodológicas y a la escala utilizada, sus resultados no son comparables. Los dos más recientes se hicieron en los primeros años del siglo XXI y son la *Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1000 000* (SEMARNAT y UACh, 2003) y la *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1: 250 000* (SEMARNAT y CP, 2003). En el primer estudio, se evaluó de manera indirecta la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica a partir de información cartográfica (p. e., de edafología y precipitación) y de modelos paramétricos (ecuación universal de pérdida de suelos y ecuación de la erosión eólica) que fueron alimentados por algunas variables evaluadas en muestras de suelo. Por su metodología, la estimación resultante es una medida de la degradación potencial[4] y no una evaluación directa de la degradación existente en el país. Este enfoque, sin embargo, permite identificar las zonas que se encuentran en mayor riesgo, y con ello contribuir a que se tomen decisiones sobre el uso del suelo en el marco del desarrollo sustentable, de tal manera que se impida o reduzca su degradación.

[4] *La degradación potencial es el pronóstico de las pérdidas, arrastre o transporte de partículas de suelo que tendría lugar en caso de no existir cubierta vegetal como consecuencia del efecto combinado de la lluvia, los escurrimientos, la erodabilidad de los suelos y el relieve (Moreira-Madueño, 1991; Centro de Información de Recursos Naturales, 2010).*

Con respecto a la erosión eólica potencial, se estimó que el 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Este proceso de degradación afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad.

Como se mencionó anteriormente, las zonas más afectadas por erosión eólica son aquellas de condiciones tropicales y templadas, entre las que se encuentran el estado de Sonora. Como se observa en la imagen siguiente el estado presenta índices de potencial de riesgo de degradación por erosión eólica con niveles de perdida de suelo moderado, alto y muy alto.

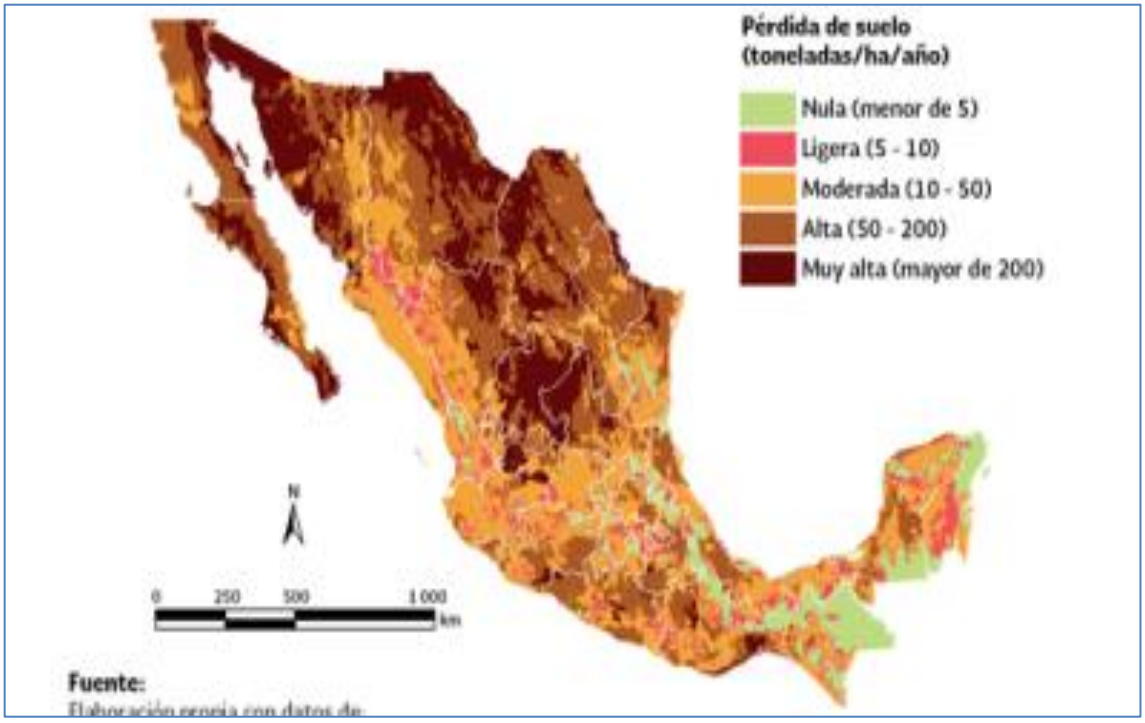


Figura IV.4. Erosión eólica potencial de suelos según SEMARNAT-UACH

Para determinar la erosión eólica del proyecto en estudio, se utilizó el **modelo propuesto por Woodruff y Siddoway (1965)** con la cual uso la siguiente relación general para estimar el promedio anual potencial de erosión de suelos (WEE[5]), la cual es utilizada para cuantificar la erosión potencial del viento en un terreno dado.

[5] La Ecuación de Erosión Eólica (WEE, por sus siglas en inglés) es una versión del modelo de Woodruff y Siddoway (1965).

Según este modelo la tasa de erosión eólica dependerá de cinco factores:

Erosionabilidad eólica del suelo, (I)
Rugosidad del suelo, (K)
Factor climático, (C)
Longitud del terreno, (L)
Factor de vegetación, (V)

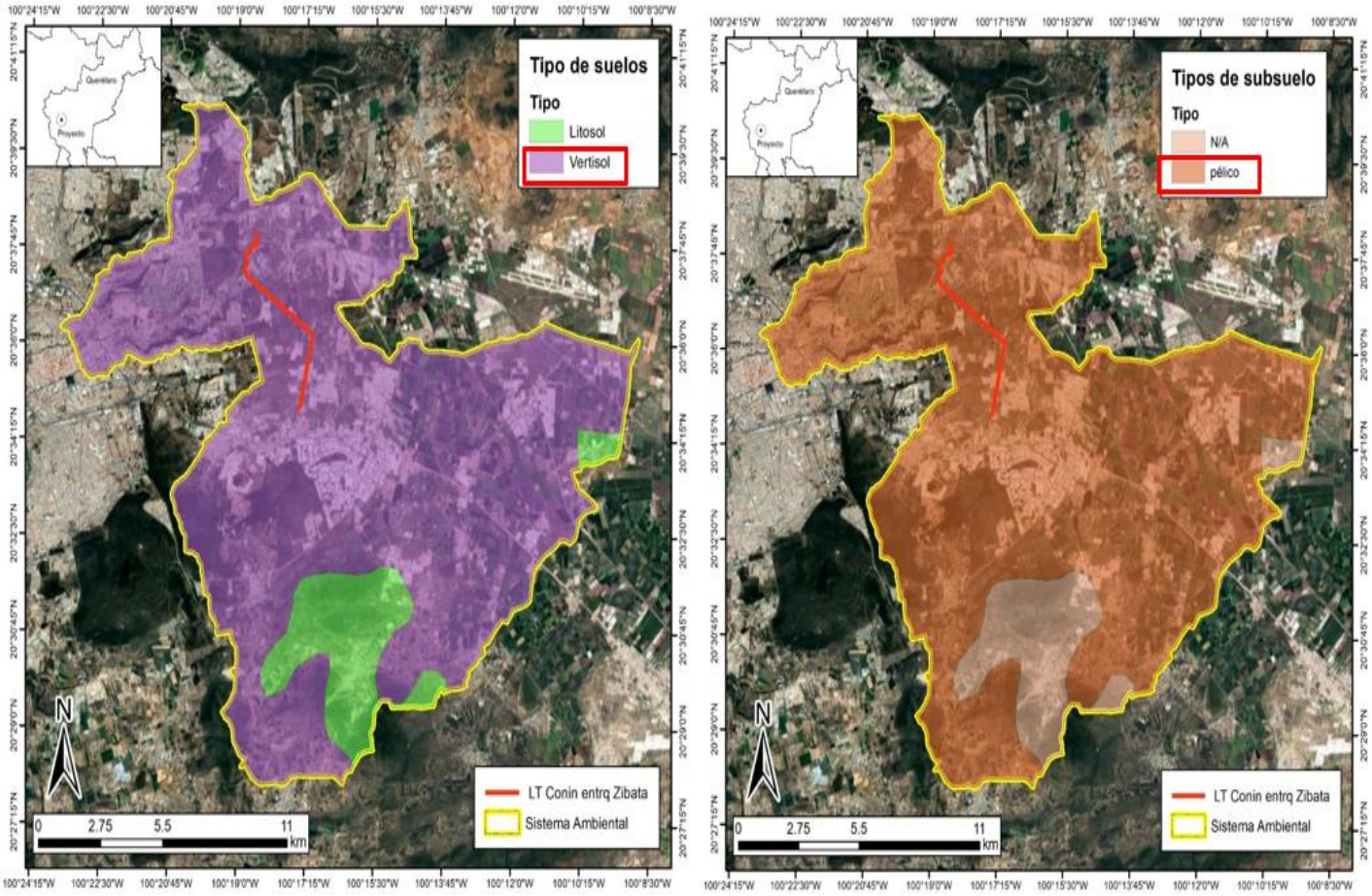
Ecuación (WEQ):

$$E = f(I,K,C,L,V)$$

Donde:

E: Erosión potencial (ton/ha/año)
f : *Significa que la erosión (E) se estima en función de los factores que están entre paréntesis*
I: Índice de erodabilidad del suelo
K: Factor de rugosidad del suelo
C: Factor climático local
L: Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
V: El equivalente de cobertura de vegetación (kg/ha)

El cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF) requerido para el proyecto, se desarrolla sobre suelo de tipo **vertisol pelico,** según lo reportado en la carta edafológica de INEGI.



Mapa IV.44. Tipo de suelo.

En los siguientes apartados se hace la evaluación de las características de estos suelos, considerando las características de los polígonos forestales donde se construirá la obra en estudio, aplicándoles cada uno de los factores de la ecuación de la erosión eólica.

Índice de erodabilidad del suelo (I)

Representa el potencial de suelo y depende de la granulometría de este. Se determina clasificando el suelo dentro de un grupo de erosionabilidad (8 posibles) según las propiedades de la superficie del suelo, y a partir del porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0.84 mm. Las propiedades más importantes del suelo, en relación con la erosión eólica, son:

1) textura del suelo,
2) contenido en materia orgánica,
3) contenido en carbonato cálcico,
4) estado de humedad del suelo, y
5) estabilidad estructural.

El índice adquiere un valor mínimo de 0 (suelos con alto contenido en elementos gruesos en la superficie o húmedos) y un valor máximo de 695 (suelos arenosos, y con porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0.84 milímetros del 1%), en la siguiente tabla se muestra la erosionabilidad del viento con la relación de la textura del suelo (Ver tabla siguiente).

Tabla IV.41. Grupos de erosionabilidad al viento (WEG) en relación con la clase textural del suelo.

WEG	Suelo	Agregados en suelo seco > 0.84 mm (%)	Factor de erosionabilidad del suelo (I) (ton/ha/año)
1	Arena muy fina, arena fina, arena o arena gruesa	1	695
2	Arena-arcilloso muy fino, arena-arcilloso fino, arena-arcilloso, arena-arcilloso grueso; limo y limo franco arenoso muy fino con 5% o menos de arcilla y el 25% o menos de arena muy fina; y materiales del suelo orgánicos sápricos.	10	300
3	Franco arenoso muy fino (pero no cumple con el criterio de WEG 2), franco arenoso fino, franco arenoso, franco arenoso ordinario, franco limoso no calcáreo que tiene mayor o igual a 20% y menos del 50% de arena muy fina, y mayor o igual a 5% y menos del 12% de arcilla.	25	193
4	**Arcilla, arcilla limosa, franco arcilloso no calcáreo que tiene más de 35% de arcilla y no calcáreo franco arcilloso limoso que tiene más de**	**25**	**193**

WEG	Suelo	Agregados en suelo seco > 0.84 mm (%)	Factor de erosionabilidad del suelo (l) (ton/ha/año)
	35% de arcilla. Todos ellos no tienen alto contenido de óxido de hierro.		
4L	Marga calcárea, calcáreos limo-limo, limos calcáreos, arcillo arenoso calcáreo, calcáreos franco arcillo arenoso, franco arcillo calcáreos y calcáreos franco arcilloso limoso.	25	193
5	Franco no calcárea que tiene menos de 20% de arcilla; franco limoso no calcárea con mayor que o igual a 5% a menos del 20% de arcilla (pero no cumple el criterio WEG 3); no calcárea franco arcillo arenoso; arcilla arenosa no calcárea; y materiales hémicos.	40	126
6	Margas no calcáreas y franco limoso que tienen mayor que o igual a 20% de arcilla; franco arcilloso no calcárea y no calcárea franco arcilloso limoso que tiene menor o igual a 35% de arcilla; franco limoso que tiene alto contenido de óxido de hierro.	45	108
7	Limo no calcáreos; arcilla no calcárea limosa, franco arcillo limosa no calcárea y arcilla no calcárea que tienen alto contenido de óxido de hierro. Con un porcentaje de arcilla menor del 35%, y materiales orgánicos fíbricos.	50	85
8	Suelos no susceptibles a la erosión eólica debido a fragmentos de roca o a la presencia de elementos gruesos y/o superficie humedad.	------	0

Fuente: Lyles L. & Tatarko J. (Septiembre – Octubre, 1988). Soil Wind Erodibility Index in Seven North Central States. TRANSACTIONS of the ASAE, Vol. 31(5), pág. 1399.

Derivado de la tabla anterior para el o los tipos de suelo presentes en el CUSTF del proyecto, el factor de erosionabilidad misma que se indica en la siguiente tabla.

Tabla IV.42. Factor de erosionabilidad por tipo de suelo presente en las áreas de CUSTF.

Suelo	Agregados en suelo seco > 0.84 mm (%)	Factor de erosionabilidad del suelo (l) (ton/ha/año)	Tipos de suelo
Arcilla, arcilla limosa, franco arcilloso no calcáreo que tiene más de 35% de arcilla y no calcáreo franco arcilloso limoso que tiene más de 35% de arcilla	1	193	Vertisol pelico

Rugosidad del suelo (K)

Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad (Figueroa, 1991). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el método más usado para encontrar el valor del índice de erosionabilidad es el valor de K, que se define como la velocidad de erosión por unidad de índice de erosión para un suelo determinado, en barbecho continúo cultivado, con un declive de 9% y longitud de 22.13 m. El factor K se calcula a partir de la textura superficial y la unidad de suelo a que pertenece según la clasificación FAO/UNESCO.

Tabla IV.43. Rugosidad del suelo en base a las unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO.

Símbolo	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B(c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, eutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisolm cálcico	0.026	0.040	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	0.020	0.007
D(d, g, e)	Podzoluvisol (districo, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a, h, p, o, r, x)	Ferrasol (áctico, húmico,plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calárico	0.013	0.020	0.007
G(d, e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h, m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	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	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013

Símbolo	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	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	0.020	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.020	0.026
K(h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcicoy lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	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	0.040	0.013
N(d, e, h)	Nitosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
O(d, e, x)	Histosol (dístrico, eútrico, gélico)	0.013	0.020	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	0.040	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	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V (c, p)	**Vertisol (crómico, pélico)**	0.053	0.079	**0.026**

Símbolo	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
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	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	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	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchal takírico	0.053	0.079	0.026

Fuente: FAO, 1980.

En tabla anterior se muestra el tipo de suelo presente en los polígonos de CUSTF a utilizarse para el factor de rugosidad (K):

Tabla IV.44. Factor K de suelos presentes en el área de CUSTF.

Zona UTM	CUSTF (m2)	Polígono (F)	Tipo de suelo	Subtipo de suelo	Textura	Factor_K
14 Q	49302.0	LT Conín Entronque	Vertisol	Pelico	Fina	0.026

Factor climático (C)

Según el modelo planteado por Woodruff y Siddoway, el valor del factor climático se obtiene según la expresión siguiente:

$$C = 386 * V^3 * PE^{-2}$$

Donde:

PE: índice de precipitación – evapotranspiración de Thornthwaite
V: valor del viento (m/seg)

Ecuación para el cálculo de PE:

$$PE = 3.16 \times \left(\frac{P}{1.8xT + 22}\right)^{1.111}$$

Donde:

P: precipitación (mm)
T: temperatura (°C)

Para el cálculo del factor C se utilizaron los valores promedio de las normales climatológicas de la estación meteorológica denominada Plantel 7 (CONAGUA) 22070 en el periodo 1996 – 2024 (CONAGUA, 2024) se tomó como referencia esta estación meteorológica ya que es la más cercana al área de CUSTF de la misma manera es la que se encuentra suspendida, como resultado se obtuvo una media de precipitación para el proyecto en estudio correspondiente a 462.20 milímetros anuales y una temperatura media normal de 18.4 grados centígrados (Estos valores tomados de la estación climatológica más cercana al proyecto y se podrá ver en el anexo de análisis de erosión eólica).

Para conocer la velocidad del viento se utilizaron los datos de la estación presente en la subcuenca en que se encuentra el proyecto (INIFAP, 2022), según los datos registrados por la INIFAP de nombre: Monumentos (CESAVE) ID: 2706, con una velocidad de viento promedio de 12.3 km/h, en la región la velocidad del viento es de moderados a fuertes.

Tabla IV.45. Clasificación de los vientos.

Descripción	Velocidad media mensual del viento a 2 m de altura
Vientos suaves	<1.0m/s
Vientos suaves a moderados	1-3 m/s
Vientos moderados a fuertes	**3-5 m/s**
Vientos fuertes	>5.0 m/s

Fuente: Allen R, Pereira L, Raes D & Smith M. (2006). Datos meteorológicos.

6 https://clima.inifap.gob.mx/lnmysr/Estaciones/Datos?numero=270

Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Cálculo de PE de Thornthwaite:

P: precipitación para el proyecto en estudio: 462.20 mm
T: temperatura promedio: 18.4 °C

$$\boldsymbol{PE = 3.16 \times \left(\frac{462.20}{1.8 * 18.4 + 22}\right)^{1.111}}$$

$\boldsymbol{PE} = 157.3$

Cálculo de factor C:

PE de Thornthwaite (adimensional): 33.57

Valor del viento para la obra en estudio: 12.3 km/hr (3.42 m/seg)

$$\boldsymbol{C = 386 * 5.33^{3} * 33.57^{-2}}$$
$$\boldsymbol{C = 13.66}$$

USV_Campo	Polígono (F)	P (precipitación en mm)	Superficie (ha)	Superficie (m2)	Temperatura (°C)	Velocidad promedio del viento (km/hr)	Velocidad promedio del viento (m/seg)	Índice de evapotranspiración de Thornthwaite	Factor climatico
Selva baja caducifolia	LT Conín entronque	462.20	4.9302	49302.00	18.40	12.3	3.42	33.57	13.66

Nota: Este procedimiento se realizó para el polígono forestal que comprende el proyecto en estudio los cuales se encuentran en el *anexo IX.3.H. Erosión Eólica*).

Longitud del terreno (L)

Este factor hace referencia al índice de longitud de terreno libre de barreras o longitud abierta a la corriente de aire (m): el valor de L se calcula en función de la longitud equivalente de campo y de la distancia protegida por cualquier tipo de árboles, barreras, linderos o cortavientos.

Longitud (L):

Es la proporción entre la pérdida de suelo que puede ocurrir en un terreno con longitud de pendiente "x", y la pérdida ocurrida en un terreno de longitud estándar, permaneciendo constantes los demás factores.

El factor L está definido por la ecuación siguiente:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m}$$

Donde:
λ = longitud de la pendiente, en metros
m= exponente que depende del grado de pendiente

La magnitud del exponente m varía en función de la pendiente del terreno siendo sus valores entre 0.2 y 0.5, como se indica a en la tabla siguiente.

Tabla IV.46. Valores de m por grado de pendiente.

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1 – 3	0.3
3 – 5	0.4
>5	0.5

Los resultados de la longitud de terreno libre de barreras para el sitio de estudio se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV.47. Factor L.

Zona UTM	CUSTF (m2)	Polígono (F)	Longitud (m)	Elevación Máxima	Elevación Mínima	Pendiente (%)	L
14Q	49302.00	LT Conín entronque	7929	1971	1873	1.24	0.762

Para más detalle de este procedimiento ver anexo: "Erosión Eólica, pestaña L."

Factor vegetación (V)

Para la cubierta vegetal se tomaron en cuenta los valores que se reportan para México de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2003).

Tabla IV.48. Factor V por tipo de cubierta vegetal.

Uso de suelo y vegetación	Permeabilidad		
	A	B	C
Bosque de pino, **Bosque mixto de pino-encino**, Bosque de oyamel, Bosque de táscate, Bosque Mesófilo de montaña, Selva mediana subperennifolia, Selva Baja Caducifolia, Bosque de encino, Bosque de galería.	0.07	**0.16**	0.24
Bosque de pino perturbado, Bosque mixto de pino-encino perturbado, Bosque de oyamel perturbado, Bosque de galería perturbado, Bosque de táscate perturbado, Bosque mesófilo de montaña perturbado, Selva Mediana subperennifolia perturbada, Bosque de encino perturbado.	0.12	0.22	0.26
Vegetación secundaria, Matorrales y vegetación arbustiva de porte bajo.	0.22	0.28	0.30
Pastizal	0.20	0.24	0.30
Agricultura	0.24	0.27	0.30
Asentamientos humanos	0.28	0.29	0.32
Cuerpo de agua	0.00	0.00	0.00
Vialidades	0.27	0.30	0.33
Banco de materiales	0.26	0.28	0.30
Sin vegetación aparente	**0.40**		

Para el valor del factor de cobertura de vegetación, se consideraron los valores establecidos en el tabla anterior, de acuerdo al tipo de suelo y la vegetación que ostentan el proyecto en estudio donde se ejecutara el CUSTF, los datos a considerar en la ecuación de erosión eólica, para cada uno de los escenarios con vegetación y sin vegetación son los siguientes:

Tabla IV.49. Factor V para el tipo de vegetación.

Uso de suelo y vegetación (Valores de factor V)	Permeabilidad		
	A	B	C
Bosque mixto de pino-encino. (Escenario 1).	0.07	**0.16**	0.24
Sin vegetación aparente, (escenario 2).	**0.40**		

Resultado

1. ***Escenario actual 1 (antes de la remoción de la vegetación).***

La superficie sujeta a CUSTF presenta vegetación de selva baja caducifolia de acuerdo a la clasificación que se determinó durante los muestreos de campo; actualmente en el predio del proyecto sujeto a CUSTF ocurre una pérdida de suelo por acción del viento (erosión eólica) a una tasa de **8.360 ton/ha/año** por ha por lo que la erosión eólica real en el área sujeta a CUSTF es de **41.215 ton/año** del área de CUSTF total.

Tabla IV.50. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación forestal.

							Con cubierta vegetal E1	Con cubierta vegetal E1 (CUSTF)
Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)	Rugosidad (K)	C	L	Tipo de vegetación	Con V	Sin V	Erosión eólica (t/ha/año)	Erosión eólica (ton/año)
193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	8.360	41.215

2. *Escenario 2 con proyecto y sin medidas de mitigación.*

En este escenario se considera la remoción de la vegetación por la superficie de CUSTF que corresponde al proyecto en estudio. De acuerdo a los resultados de la estimación de pérdida de suelo en este escenario, la erosión eólica resultó ser de **1.095 ton/año** por ha en el área total propuesta a CUSTF; lo que representa un incremento de dicha pérdida de suelo de **1.095 ton/año** del área de CUSTF total, con relación a lo que ocurre en el escenario actual, dicho suelo se recupera con la implementación de medidas de mitigación para mayor referencia de cada uno de los pasos Ver Anexo Calculo Erosión Eólica.

Tabla IV.51. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación

								Sin cubierta vegetal E2	Sin cubierta vegetal E2 (CUSTF)
Textura	**Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)**	**Rugosidad (K)**	**C**	**L**	**Tipo de vegetación**	**Con V**	**Sin V**	**Erosión eólica (t/ha/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Fina	193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	20.899	103.038

Con relación a los resultados presentados en la erosión eólica por el tipo de vegetación que corresponde al CUSTF y en sus diferentes escenarios con vegetación (Escenario 1) y sin vegetación (Escenario 2).

			Con cubierta vegetal (SIN CUSTF) E1	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
Polígono (F)	**CUSTF (Has)**	**Tipo de vegetación**	**Erosión eólica (ton/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Varios	4.9302	Selva baja caducifolia	41.215	103.038
A MITIGAR				**61.823**

La evaluación referente a la estimación de la erosión eólica dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, se realizó considerando la diferencia entre la superficie con cubierta vegetal E1 (situación actual) y sin cobertura vegetal E2 (durante el CUSTF), el resultado es el incremento de la erosión eólica (**61.823 ton/año**) que se esperaría si se produjera la remoción

de la toda vegetación forestal y se dejara el suelo expuesto sin ningún tipo de recubrimiento, cabe hacer mención que la promovente realizará actividades para compensar la diferencia por el incremento de la erosión.

Por último, y contemplando los dos tipos de erosión (hídrica y eólica), la cantidad de suelo que el promovente mitigará es de **217.407 ton/año**, resultado de sumar los **155.584 ton/año** que se comprometen por la erosión hídrica y **61.823 ton/año** de la erosión eólica.

Acontinuación se presentan las medidas de miigación del factor suelo tanto para la Erosión Hídrica y la Erosión Eolica, la cual se consideraron realizar fajitas para mitigar la perdidad de suelo y que este precepto no se vea comprometido por el nuevo CUSTF del proyecto en estudio.

El suelo es un recurso natural no renovable debido a que su proceso de formación tarda cientos de años. Es un sistema dinámico que ejerce funciones de soporte biológico en los ecosistemas terrestres; interviene en los ciclos de carbono, azufre, nitrógeno y fósforo como parte fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, funciona como filtro y amortiguador que retiene sustancias, protegiendo las aguas subterráneas y superficiales contra la penetración de agentes nocivos, transforma compuestos orgánicos descomponiéndolos o modificando su estructura consiguiendo la mineralización, también proporciona materias primas renovables y no renovables de utilidad para el ser humano.

La degradación del suelo es un problema ecológico, que provoca una disminución del potencial biológico, degenerando al medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas en el entorno (*Ortiz et al., 1994*). La degradación del suelo se define como un proceso que disminuye la capacidad y potencial para producir cuantitativa y cualitativamente bienes y servicios. Estos procesos de degradación se clasifican en función de su naturaleza y del tipo de consecuencias. (*Ortiz et al., 1994*). En las últimas décadas el cambio del uso del suelo se ha constituido como uno de los factores plenamente implicados en el cambio global, alterando procesos y ciclos. Lo anterior se vuelve trascendental si se considera que es a través de estos cambios donde se materializa la relación entre el hombre y el medio ambiente (*Lambin et al, 1999*).

La degradación del suelo está definida como los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y futura del suelo para sostener la vida humana. (*Oldeman et al. 1990*). En la degradación de suelos se reconocen dos procesos:

El desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica.

El deterioro de la calidad del suelo, química y la biológica.

Esta degradación es producida en gran medida por acciones antropogénicas, en este caso particular, por actividades que se llevarán a cabo para la **zona del proyecto en estudio, en el estado de Querétaro**, estas actividades comprenderán la remoción de selva baja caducifolia. Considerando que el suelo se forma a través de periodos largos de tiempo, su pérdida tiene una importante repercusión en el medio ambiente, ya que es sustento de la biodiversidad de la zona y de él depende la interacción de muchos procesos que mantienen el equilibrio ambiental, por lo que, es de gran importancia realizar actividades para prevenir y reducir los impactos a los que se expone, así como rehabilitar la superficie de suelo degradado.

Tabla IV.52. Clasificación y descripción de las clases de erosión hídrica y eólica

Clases de erosión	Tn ha^{-1} $año^{-1}$	Descripción de la clase de erosión
Ligera	<10 (hídrica) 12 a 50 (eólica)	En estas áreas los suelos pueden sufrir la pérdida de suelo hasta en un 50 % de su horizonte "A". Es recomendable considerar prácticas de conservación preventivas. Bajo este riesgo se ubican en las partes bajas ocupando principalmente todos los valles y algunos pies de sierras, en unidades de suelos de Andosoles, ocupados por pastizales y agricultura de temporal, principalmente.
Moderada	10-50 (hídrica) 50 a 100 (eólica)	Son áreas en las que la erosión puede afectar hasta perder el horizonte "A" por lo cual su posibilidad de ser aprovechado se reduce, ya que un manejo irresponsable aumentaría la susceptibilidad y aceleraría el proceso erosivo. Por erosión hídrica en este grado se ven amenazadas principalmente las áreas que se encuentran en unidades de suelos tales como: Feozems y Andosoles en laderas bajas y medias, se caracterizan por la presencia de una cobertura vegetal densa o cerrada de pinos, encinos u oyamel, y en algunos casos vegetación de pastizales en las partes más bajas donde se presenta este tipo de riesgo de erosión.
Alta	50-200 (hídrica) 100 a 200 (eólica)	Son suelos en los que los efectos erosivos pueden provocar la pérdida de hasta el 50 % del horizonte "B". Las actividades productivas en estos suelos no son muy recomendables, a menos de que estas sean de bajo impacto o proporcionen una cobertura vegetal adecuada la mayor parte del año. Se ubican en laderas medias y altas ocupadas por Litosoles y en partes más bajas de suelos Feozems con exposición Norte principalmente. Los que se ocupan para la agricultura de temporal, lo cual señala la necesidad de manejo preventivo y urgente con la aplicación de prácticas agronómicas apropiadas que impidan su degradación.
Muy Alta	>200 (hídrica y eólica)	Estas son áreas muy susceptibles a la erosión, comúnmente con altas pendientes y/o cobertura vegetal escasa, que pueden registrar pérdidas hasta del 100 % del horizonte "B". Se localizan desde las partes altas hasta los valles y corresponden a áreas abiertas a la agricultura por lo tanto son suelos que requieren prácticas de conservación inmediata.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad de los predios de la obra en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas. Las obras de conservación propuestas para lograr los objetivos antes planteados se describen en el anexo IX.3.H.

Hidrología superficial y subterránea

Hidrológica superficial

El SAR se localiza, de acuerdo al sistema de clasificación de cuencas hidrográficas del INEGI contenida en la información digital vectorial denominada “Hidrología 2.0”, dentro de la región Hidrológica, RH12 “Lerma-Santiago”, en la Cuenca “Río Laja” y específicamente en la subcuenca “Río Apaseo”, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tabla IV.53. Clasificación hidrológica del Sistema Ambiental Regional

NIVEL HIDROLÓGICO	CLAVE	NOMBRE
Región Hidrológica	RH	Lerma-Santiago
Cuenca	C	Río Laja
Subcuenca	SC	Río Apaseo

Región Hidrológica RH-12 Lerma-Santiago.

El río Lerma en conjunto con el Lago de Chapala y el río Santiago constituyen uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país. Si se considera el desarrollo total del mismo, desde su origen en la laguna de Almoloya del Río, estado de México, hasta la desembocadura del río Santiago en el océano Pacífico sin incluir el paso de las aguas a través del Lago de Chapala, su longitud es de 1 1 80 km aproximadamente, de los cuales el 60% corresponde al río Lerma y el 40%, al Santiago. La proximidad de estas corrientes o bien de sus afluentes con ciudades de gran relevancia como son: México, Toluca, Querétaro, Guanajuato, León, Morelia y Guadalajara, muestra la importancia que tiene el recurso del agua en el desarrollo de las actividades económicas de los diferentes núcleos de población. En esta entidad dicha región está representada por parciales de dos cuencas.

Ubicada en el eje Neo volcánico transversal, tiene su sede en Guadalajara, Jalisco. Esta región reúne a varios estados, como Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas, y cuenta con una superficie de 190 366 km².

Con 12,480 Km², ocupa el 21% de la superficie estatal, abarcando los municipios de Querétaro, El Marqués, y Villa Corregidora, así como partes considerables de Colón, Huimilpan y Amealco; cuyos escurrimientos equivalentes a 160 millones de m³ anuales, drenan al Océano Pacífico. Comprende dos cuencas: la del río Laja, donde se asienta más un millón de habitantes (73% de la población del estado) con una superficie de 2,274 km², y la de río Lerma-Toluca, con 222 km². El clima seco de esta zona determina corrientes poco caudalosas como los Ríos Querétaro, El Pueblito y Juriquilla.

El Río Lerma, el Lago de Chapala y el Río Santiago constituyen uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país. En efecto, si se considera el recorrido total del río desde sus orígenes en la Laguna de Almoloya del Río hasta la desembocadura del Santiago en el océano Pacífico (sin incluir el paso de las aguas a través del Lago de Chapala), su longitud resulta aproximadamente de 1 180 km, de los cuales el 60°/o corresponde al Lerma y el 40% restante al Santiago. Por lo que se refiere al área drenada, la cuenca total del sistema es de 130 000 km² , de los cuales el 40% corresponden a los tributarios del Río Santiago (ver croquis y tabla de superficies de regiones hidrológicas y cuencas).

Cuenca Río Laja

Comprende 2 243.00 km² en el estado; sin embargo, la corriente principal río Laja no surca esta porción, pues tiene su origen en el estado de Guanajuato, donde realiza la mayor parte de su recorrido. Los escurrimientos en esta zona son escasos y poco caudalosos, entre ellos se encuentran los ríos Querétaro y El Pueblito, cuyas aguas se aprovechan en la entidad. Sus subcuencas intermedias son: "Presa Ignacio Allende" (12 HB), "Río Laja-Celaya" (12 HC) y "Río Apaseo" (1 2 HD).

Son seis los almacenamientos considerados importantes en esta región de Querétaro, entre los cuales destacan por su capacidad total: la presa Santa Catarina, con 9 600 000 m ', que riega 600 ha y beneficia a 122 familias del municipio de Querétaro; y la presa San Pedro Huimilpan, con 5 000 000 de m 3 , utilizados, para el riego de 708 ha y para dotar de agua a 2 1 6 familias en el municipio de Huimilpan. El resto de las obras tienen menor capacidad y sus aguas se destinan principalmente a la agricultura.

La combinación de estos factores da como resultado un coeficiente de escurrimiento equivalente al porcentaje de agua precipitada y que, en un momento dado, puede ser indicador de sitios favorables para la captación o uso de las corrientes. 'En Querétaro se diferencian tres zonas: La más extensa comprende toda la porción central y algunas áreas del sur colindantes con el estado de México. En esta región el índice de escurrimiento es de rango 4, cuya lámina media va de 2 00 a 1 00 mm, que le otorga características de semiseca. Se incluye aquí la parte del municipio de Peñamiller, .que tiene condiciones más rígidas, clima seco, con láminas de escurrimiento menores. En el norte, el coeficiente de escurrimiento fluctúa entre 100 v 200 mm, rango 3 pues el clima es semicálido subhúmedo, evidenciado por la vegetación y el régimen de lluvias de la huasteca queretana En la parte occidental se localiza la tercera zona, que corresponde a la cuenca del "Rio Laja" (12 H). Tiene una lámina media de 100 a 500 mm, por lo que está considerada corno semiseca, pero más extremosa que la porción central. Esto ocasiona la escasez de grandes escurrimientos y favorece la sobreexplotación del recurso hidrológico del subsuelo.

Presas principales existentes.

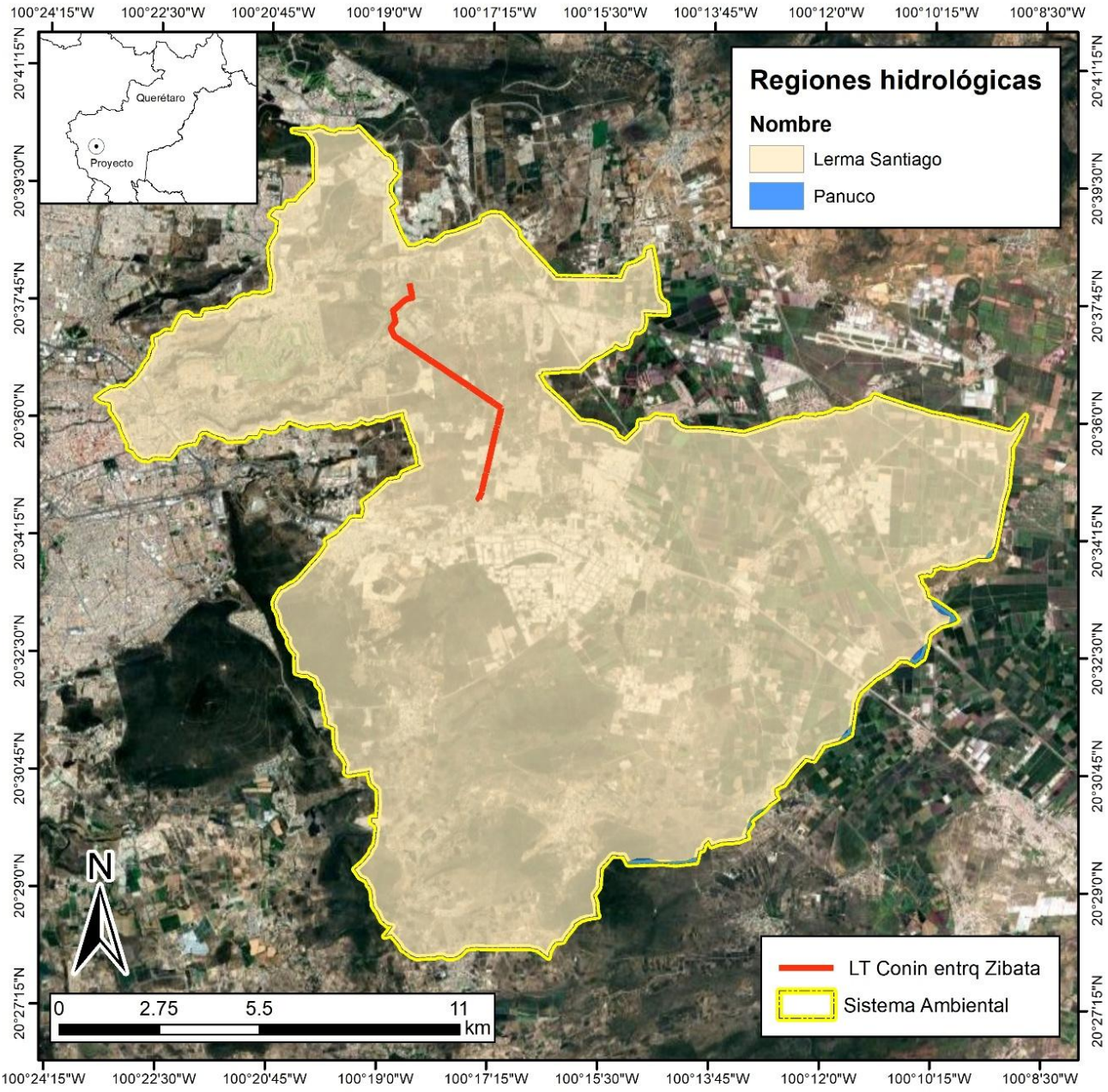
Dentro de la subcuenca Río Apaseo existe una serie de estructuras de almacenamiento de las cuales se considera que las 52 obras que tienen como función principal regular los escurrimientos generados durante el temporal de lluvias. Entre estas obras se encuentran presas como: El Batán, Ceja de Bravo, San Rafael, El Carmen, El Zorrillo, Santa Catarina, Los Pirules, Jesús María, El Cajón y El Salitre, entre otras. La distribución espacial de dichas obras se observa en la siguiente figura. La capacidad mínima de los bordos considerados como reguladores, a excepción de Los Montones en Corregidora, es de 12,000 m3 mientras que la mayor capacidad de almacenamiento la tiene la presa de El Batán con 8"647,811 m³.

Escorrentías.

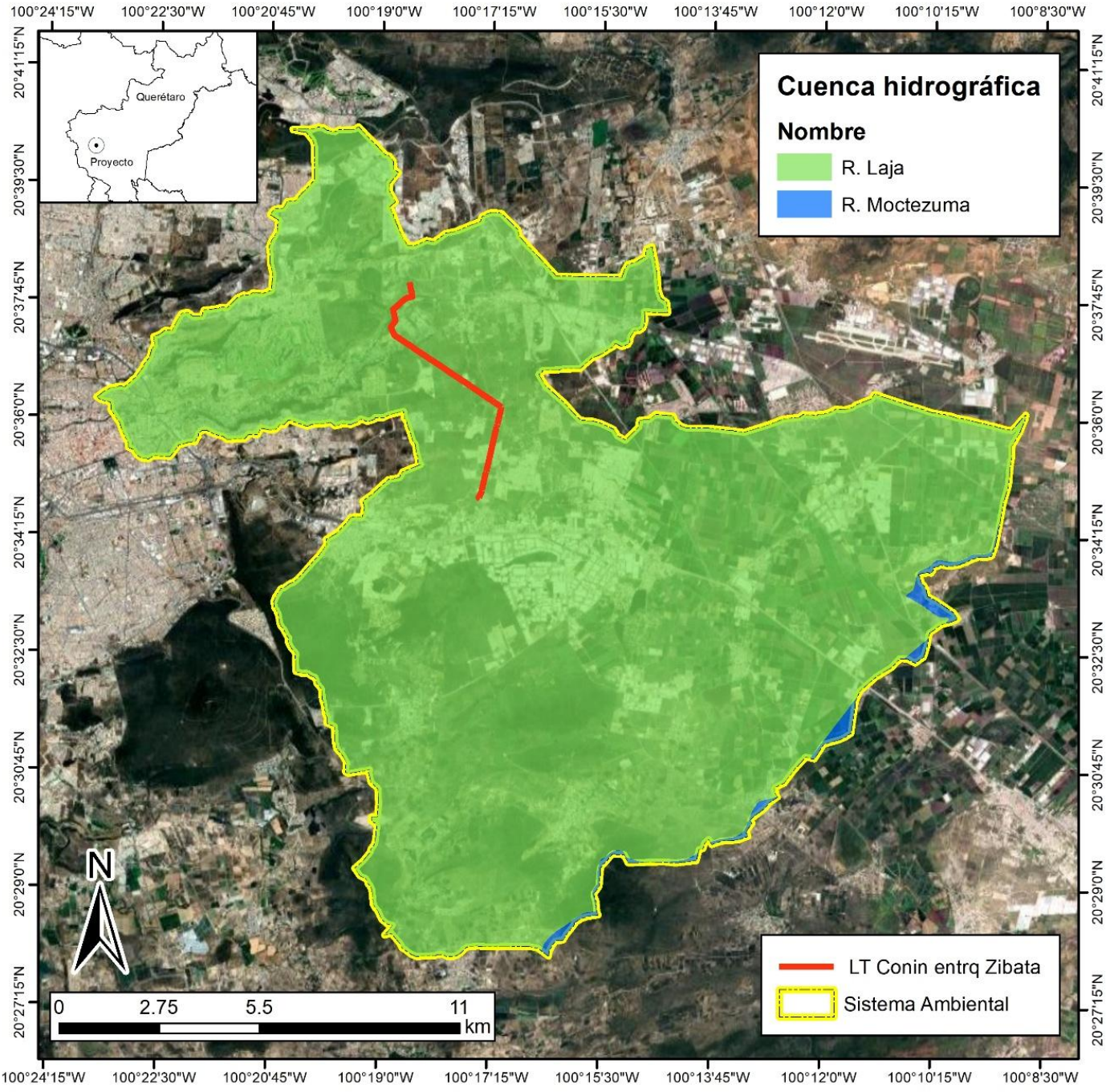
Sobre el municipio de El Marqués, el Río Querétaro es la principal corriente superficial, aunque sólo lleva un buen caudal en temporal de lluvias; de menor importancia se considera a los ríos Chichimequillas y Pinal, así como los arroyos El Durazno, El Roble, Tepozanes, Piedras Lisas, Frijolillo, El Laurel, La Pila, La Estudio Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales Modalidad A Calle denominada “Avenida Paseo del Sur”, Querétaro, Querétaro 57 Angostura, La Gotera y Las Tinajas principalmente.

Sobre el municipio de El Marqués, el Río Querétaro es la principal corriente superficial, aunque sólo lleva un buen caudal en temporal de lluvias; de menor importancia se considera a los ríos Chichimequillas y Pinal, así como los arroyos El Durazno, El Roble, Tepozanes,

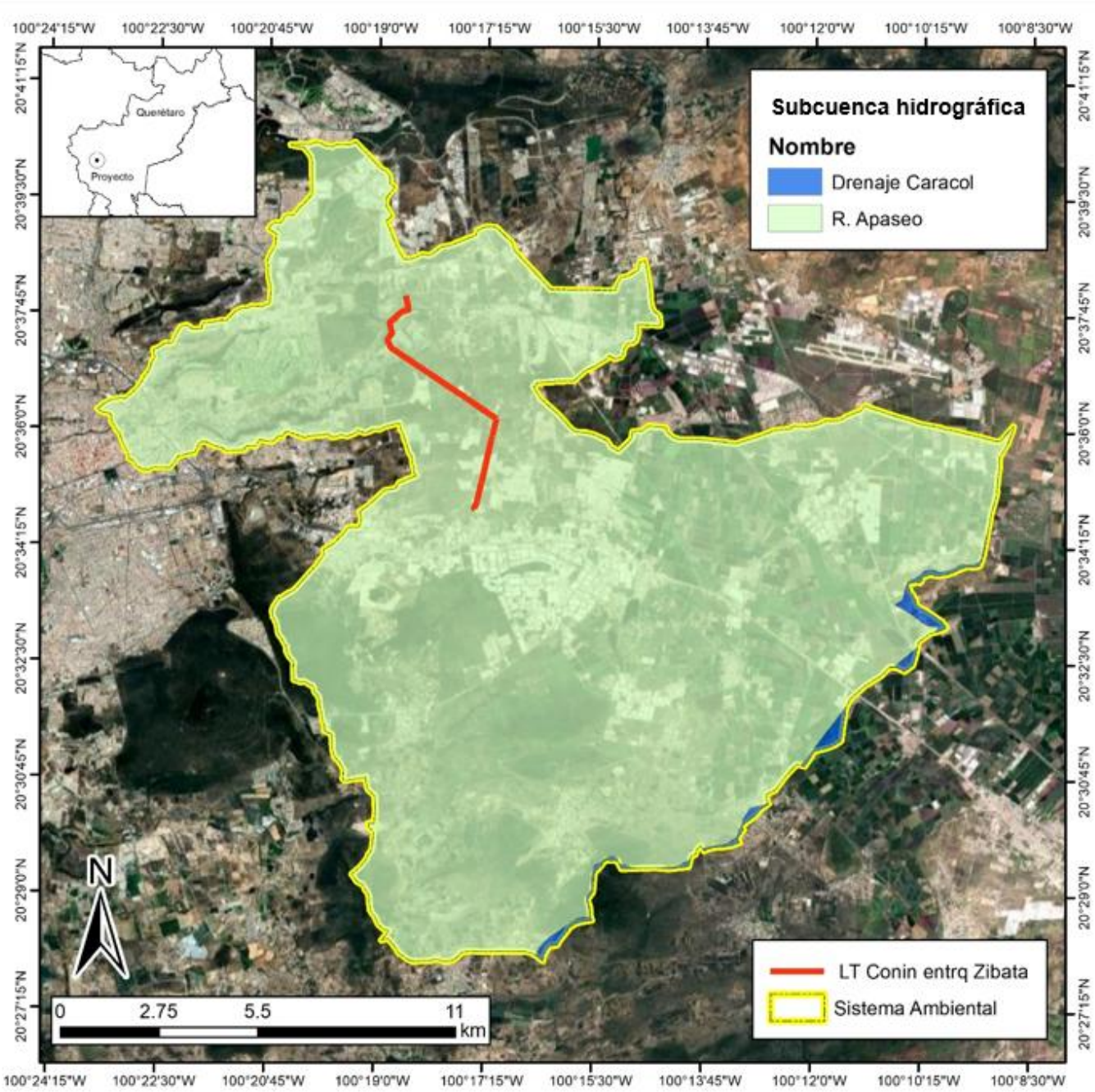
Piedras Lisas, Frijolillo, El Laurel, La Pila, La Estudio Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales Modalidad A Calle denominada “Avenida Paseo del Sur”, Querétaro, Querétaro 57 Angostura, La Gotera y Las Tinajas principalmente.



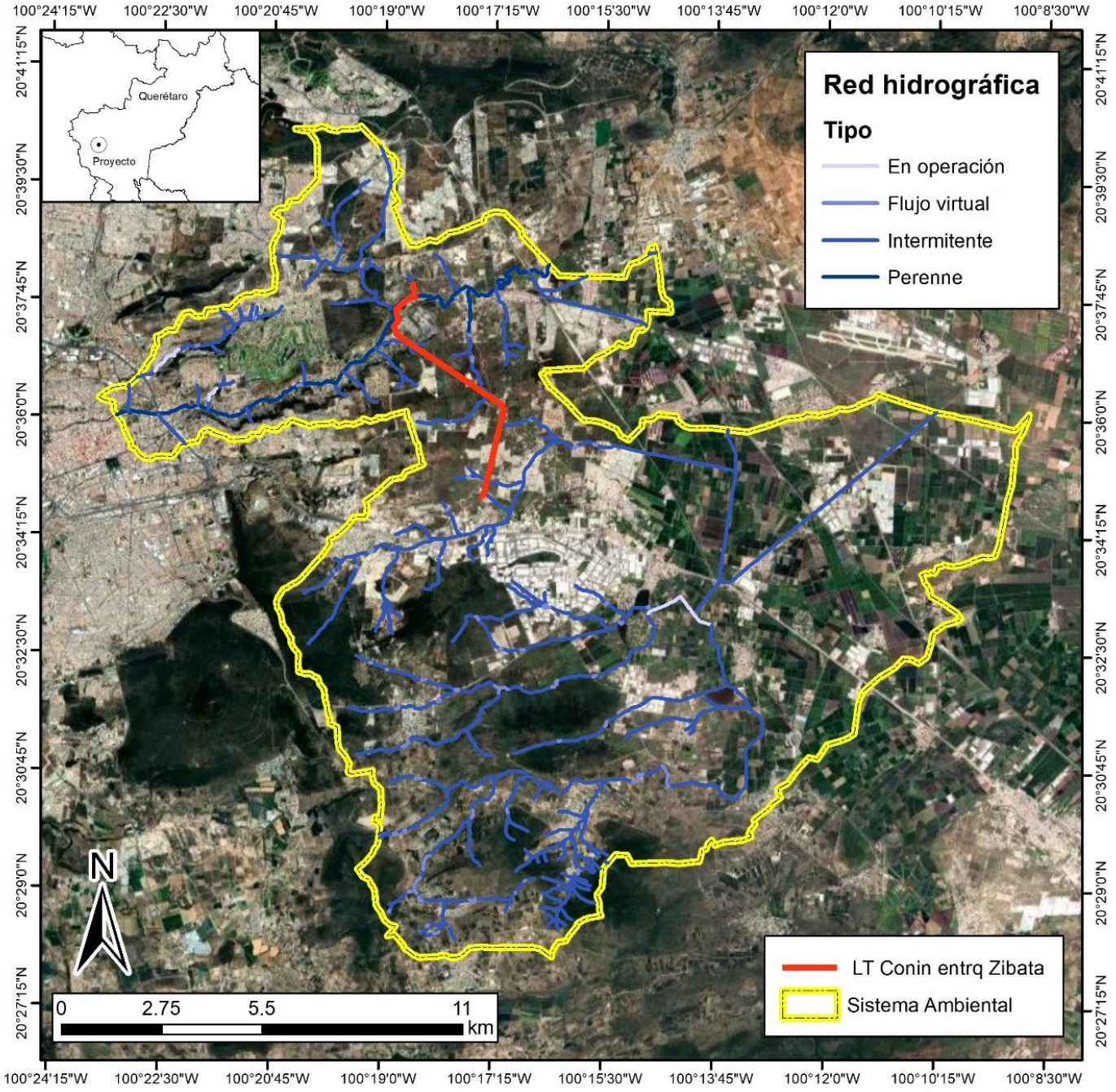
Mapa IV.45. Región hidrológica donde se ubica el proyecto y su área de estudio



Mapa IV.46. Cuenca hidrológica donde se ubica el proyecto y su área de estudio



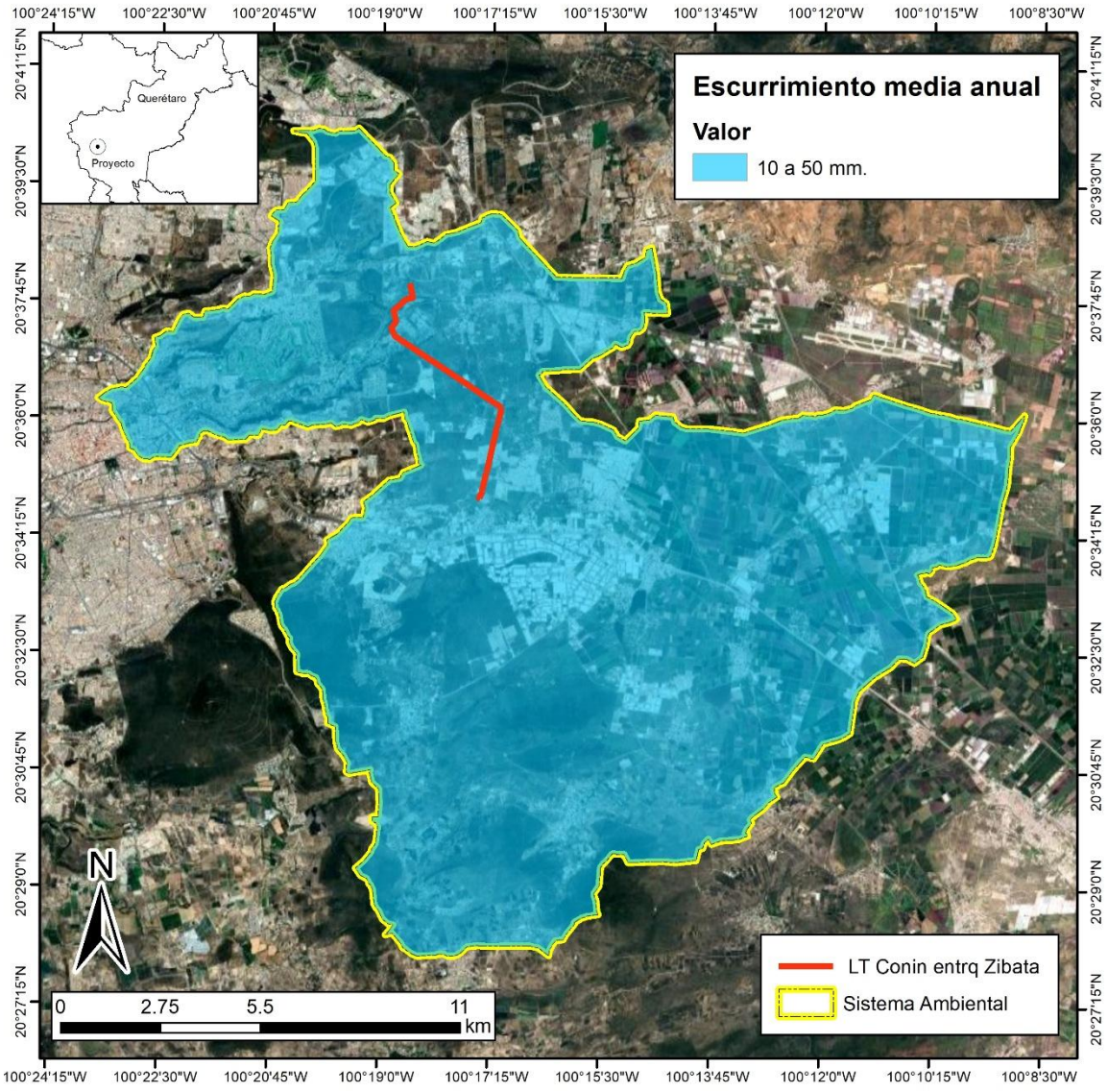
Mapa IV.47. Subcuenca hidrológica donde se ubica el proyecto y su área de estudio



Mapa IV.48. Hidrología superficial donde se ubica el proyecto y su área de estudio

Tabla IV.54. Superficies de los escurrimientos medios anuales presentes dentro del sistema ambiental.

Valores Sistema Ambiental	Área (Km²)	%
10 a 50 mm	265.90	100



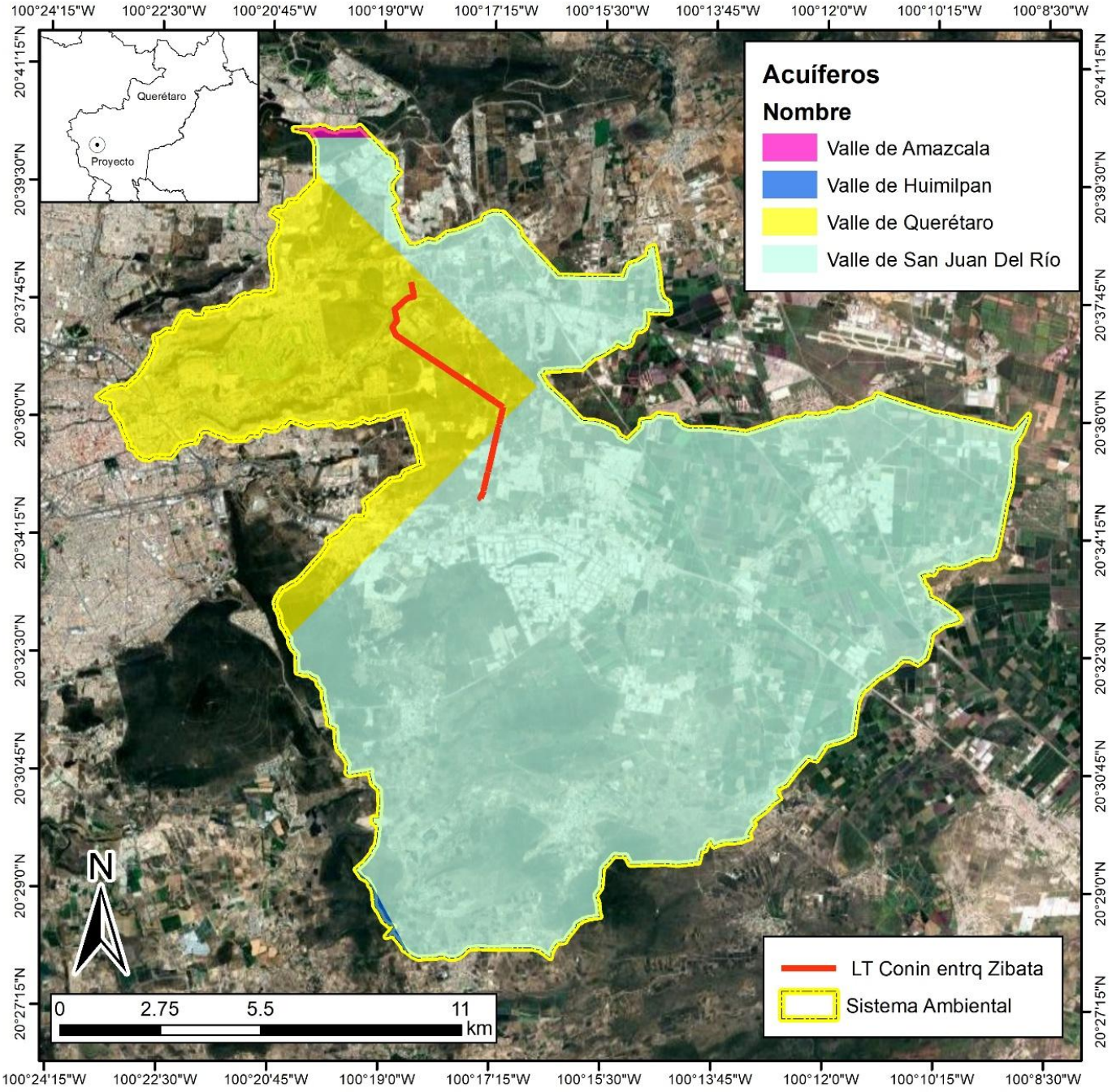
Mapa IV.49. Escurrimientos medios anuales del proyecto y su área de estudio

Hidrología subterránea

La hidrología subterránea, como se sabe, se refiere al agua que se encuentran bajo tierra a diferentes profundidades formando grandes yacimientos considerados como reservas o acuíferos, estos pueden tener o no movimientos, interactúan con los suelos y rocas, el agua se puede encontrar en estado líquido, sólida o gaseosa. Uno de los objetivos del estudio de la hidrología subterránea es saber la ubicación de los acuíferos, condiciones que determinan la calidad del agua, establecer medidas de aprovechamiento, regulación y extracción para uso y no sobreexplotación. Geohidrolígicamente el área de estudio se ubica mayormente en los acuíferos denominados Valle de Querétaro y Valle de San Juan del Río.

El sistema ambiental regional se ubica dentro de los siguientes acuíferos:

Acuíferos	Área (km²)	%
Valle de Amazcala	0.40	0.15
Valle de Huimilpan	0.29	0.11
Valle de Querétaro	52.27	19.66
Valle de San Juan Del Río	212.95	80.09



Mapa IV.50. Acuíferos donde se ubica el proyecto y su área de estudio

Y específicamente el área del proyecto en estudio se ubica dentro del acuífero Valle de Querétaro y Valle de San Juan del Río el cual se describe a continuación:

Acuífero Valle de San Juan del Rio

El acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, se localiza en la porción sur del Estado de Querétaro, comprende una superficie de 2,031.38 kilómetros cuadrados y abarca en su totalidad a los municipios de San Juan del Río, Pedro Escobedo y parcialmente a los municipios de Tequisquiapan, Colón, El Marqués, Amealco de Bonfil, Huimilpan, y Querétaro todos ellos en el Estado de Querétaro, administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo-Norte.

En el acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, cruza el parteaguas continental, que divide al acuífero hidrológicamente en dos zonas; la primera se ubica en la porción noroeste del acuífero la cual pertenece a la Región Hidrológica número 12 Lerma-Santiago y forma parte de la cuenca del Río Querétaro, mientras que la mayor parte del acuífero se encuentra en la Región Hidrológica número 26 Pánuco; y forma parte de la cuenca hidrológica Río San Juan.

Dentro de la superficie del acuífero, la corriente superficial más importante es el Río San Juan, sus afluentes principales lo constituyen los arroyos Galindo, La D, Paso de Mata, Cano, La H y los drenes Caracol, La Culebra y Banthi.

El acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, es un acuífero multicapa semiconfinado, donde el agua subterránea se extrae de diferentes profundidades, de formaciones rocosas con diversas condiciones físicas; es anisotrópico, formado por una serie de depósitos volcánicos de caída libre, con intercalación de depósitos granulares de espesores reducidos. Bajo este material se encuentran rocas volcánicas de composición básica, principalmente andesitas y basaltos con permeabilidad de media a alta, los cuales aportan la mayor cantidad de agua subterránea que actualmente se extrae del acuífero.

El funcionamiento hidráulico del acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, ha cambiado significativamente a raíz de que la recarga natural se ha visto sobrepasada considerablemente por los volúmenes de extracción de agua subterránea, provocando en varios casos que las direcciones de flujo subterráneo no sigan su tendencia original y éstas

se invirtieran hacia el interior de los valles, propiciando así la formación de conos de abatimiento.

Acuífero Valle de Querétaro

Dentro del acuífero Valle de Querétaro en su zona comprendida en el valle se han realizado actividades de exploración geofísica consistente en la ejecución de sondeos eléctricos verticales tipo Schlumberger, distribuidos a lo largo y ancho del valle, trabajos realizados por varias empresas en diferentes años cuyos resultados apoyados en cortes litológicos de pozos construidos en el valle sirvieron para definir el modelo conceptual del acuífero.

La profundidad del nivel estático en la zona plana del valle es de 100 a 110 metros. Localmente las máximas profundidades se encuentran en el Romeral, San Pedro Mártir, El Estadio y La zona Industrial Benito Juárez, con un promedio de 130 metros en las primeras tres y hasta 160 en la última. En la zona de la Cañada se localiza entre 50 y 70 m y en las proximidades de El Salitre y San Pedrito el Alto de 30 a 50 m. La línea elevación del nivel estático en el valle se caracteriza por el equipotencial 1700 msnm. La curva 1710 se restringe a las zonas de entrada y salidas subterráneas a la altura de los poblados Tlacote El Bajo, Zona Industrial, la Alameda y Villa Corregidora, así como a las zonas de sierra. El comportamiento general observado para este periodo indica que continúa presentándose la principal entrada de agua subterránea al valle procedente del valle de San Juan del Río Pedro Escobedo, con diferencias de carga entre las curvas equipotenciales 1800 a 1710 msnm en dirección del acuífero; éstas se encuentran aglutinadas en el estrecho natural que forma la estructura de la Cañada: para las entradas subterráneas procedentes de los valles de Huimilpan, Buenavista y El Tlacote se mantiene de igual forma la dirección del flujo subterráneo hacia el centro del valle de Querétaro, así como hacia el Estado de Guanajuato. En la zona de San Pedro Mártir continúa expandiéndose el cono piezométrico generado con la curva 1700 msnm, provocado esto por la constante extracción para abastecimiento público. Por otro lado, en la zona industrial se observa la máxima depresión piezométrica del acuífero Valle de Querétaro, representada por la línea equipotencial 1660 msnm, debido a factores de recarga y a la litología arcillosa del medio.

La evolución anual del nivel estático en promedio es de 3.5 (diciembre de 1994 y diciembre de 1995), atribuida ésta, a la operación de un número de pozos cada vez mayor. En el corredor industrial Benito Juárez se presentan abatimientos de –1.0 m, entre las localidades de Cerrito Colorado, San Juanico y Casa Blanca la evolución fue de -2.0 m, entre Santa María Magdalena y la Unidad Deportiva los abatimientos anuales fueron de –3.0 m, en tanto que la porción que evolucionó más drásticamente se localiza entre San Pedro Mártir y el ejido El Castillo con –113.0 y –4.0 m respectivamente. Cabe resaltar que la máxima evolución está sustentada con un solo dato puntual del pozo 1313-A propiedad del rancho La Palpa. Hacia los límites con el estado de Guanajuato la evolución negativa promedio fue de –4.0 m. Se interpretaron 18 pruebas de bombeo todas ellas en estado de abatimiento de las cuales 16 fueron representativas de Acuífero libe. De estas, diez estas, corresponden al medio fracturado y seis al medio poroso. Las 2 pruebas de bombeo restantes fueron interpretadas como acuíferos semiconfinados en medios porosos. La duración del bombeo fue variable entre 0.5 y 8 horas.

En este valle se tienen censados 239 aprovechamientos activos, de los cuales 75 corresponden al uso agrícola y abrevadero, 113 pozos se utilizan para uso públicourbano y recreativo y 51 para el uso industrial.

En vista que el 35% del volumen de extracción de agua subterránea se utiliza para riego agrícola en el valle, se hizo el cálculo de los retornos por riego utilizando la metodología propuesta en el estudio geohidrológico de 1992 elaborado por la empresa Guysa S.A. El Distrito de Desarrollo Rural 122 perteneciente al distrito de Querétaro proporciono a esta compañía una tabla con valores de lámina neta, lámina bruta y uso consuntivo para diversos tipos de cultivos en la zona, además de las superficies totales destinadas para el riego en su ciclo agrícola correspondientes a 1996 y el cual fue transferido para el periodo de 1997.

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 70.0 hm3 /año, todos ellos son de recarga natural. Para el acuífero Valle de Querétaro la descarga natural comprometida es de 4.0 hm^3/año.

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro

Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 131,556,761 m³ anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS
DMA = 70.0 – 4.0 – 131.556761
DMA = -65.556761 hm³ /año.

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de 65,556,761 m³ anuales.

Valle de Amazcala

El acuífero está constituido por la coexistencia de tres sistemas de flujo, asociados a sus condiciones de presión. Un acuífero libre granular que se asocia al relleno vulcanosedimentario localizado en la parte más baja del valle; un acuífero semiconfinado multicapa con flujo intermedio que subyace al anterior y se extiende en el oriente hacia los límites de la caldera de Amazcala y hacia el norte con la falla Lajitas; y un acuífero fallado en el que los sistemas este-oeste (falla Lajitas y falla San José) y el sistema de fallamiento

asociado a la caldera, deben ser considerados como unidades hidroestratigráficas independientes con flujo regional con una componente hidrotermal.

La profundidad al nivel de saturación medida desde la superficie del terreno, para el acuífero Valle de Amazcala, clave 2202, en el año 2012, varió de 60 a 140 metros. Las mayores profundidades se presentaron en los extremos suroeste y sureste del acuífero en las localidades de Chichimequillas y El Carmen y decrecen hacia el centro del acuífero siguiendo la topografía. En la zona de mayor explotación de agua subterránea, la profundidad del nivel de saturación se encuentra entre los 140 y 90 metros. Las menores profundidades se observan en el límite sur del acuífero, en el cauce del Río Querétaro con valores del orden de 70 metros. En promedio la profundidad del nivel estático es de 95 metros.
La elevación del nivel de saturación con respecto al nivel del mar, en el año 2012, variaba de 1,900 a 1,800 metros sobre el nivel del mar; las mayores elevaciones se presentan en la porción este del acuífero y la menor elevación se presenta en la porción suroeste del acuífero, en las inmediaciones del poblado Santa Cruz.

Para el periodo 2007 a 2012, las evoluciones del nivel estático oscilaron entre 1.6 y 18 metros, con un promedio de 10 metros aproximadamente, lo que representa una velocidad promedio de abatimiento del orden de 2 metros por año. Los máximos abatimientos se localizan entre Chichimequillas y Santa Cruz.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo al Registro Público de Derechos de Agua con fecha de corte al 31 de marzo de 2013, se registraron 177 aprovechamientos; de éstos, 145 son para uso agrícola, 22 para uso público urbano, 9 para uso pecuario y 1 para uso industrial. De los 177 aprovechamientos se tiene un volumen concesionado de 56.385014 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales, para uso agrícola se tienen concesionados 47.950749 millones de metros cúbicos anuales que representan el 85.0 por ciento del volumen total concesionado, para el uso público-urbano 7.423512 millones de metros cúbicos anuales que representan el 13.2 por ciento, para uso pecuario 0.786500 millones de metros cúbicos que corresponden al 1.4 por ciento y para uso industrial se tienen concesionados 0.224253 millones de metros cúbicos que representan el 0.4 por ciento del total.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Se identificó una zonificación del tipo de agua en el acuífero entre el relleno vulcanoclástico en la parte central del valle y las fallas que lo limitan al norte (falla Lajitas) y al sur (falla San José). En el relleno vulcanoclástico las aguas son de tipo bicarbonatadas-cálcicas-sódicas a bicarbonatadas-sódicas-potásica; la distribución espacial de estos dos tipos de aguas muestra una evolución del oeste hacia el este que evidencia un incremento del potasio lo que indica un mayor tiempo de residencia.

Las zonas de fallas se caracterizan por la presencia de aguas de tipo bicarbonatada-cálcica-sódica-sulfatada lo que indica la presencia de una componente hidrotermal.

Se analizaron isótopos estables (oxígeno 18 y deuterio) y los resultados confirman la distribución de los tipos de aguas mencionados y permiten identificar una recarga directa del acuífero por aguas meteóricas de reciente infiltración en los vulcanoclásticos; así como la presencia de aguas hidrotermales más antiguas a lo largo de las zonas de falla. Se determinaron también edades por clorofluorocarbonos (CFC) a lo largo de un transepto norte-sur en el oriente del acuífero, que indican una recarga reciente en el acuífero (con edades teóricas inferiores a 50 años). Estos resultados evidencian de igual manera la existencia de una migración de la zona de recarga norte desde el macizo volcánico del Zamorano hacia el sur en la falla San José que funge como barrera de flujo.

Por otra parte, de los 42 pozos de uso público urbano muestreados, distribuidos en la parte sur del acuífero, se analizaron 35 elementos, de los cuales, ninguna concentración se encuentra por encima de los límites máximos permisibles establecidos en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

Modelo conceptual del acuífero

Actualmente, con base en los estudios realizados durante los años del 2008 al 2013 por la Universidad Nacional Autónoma de México (Carreón y colaboradores) se ha planteado

que el acuífero Valle de Amazcala, clave 2202, comprende tres grandes zonas, a las que se asocian diferentes sistemas de flujo local, intermedio y regional.

(1) la zona norte o serrana;
(2) la zona surponiente o del valle de Amazcala en el sentido propio y,
(3) la zona suroriental de deposición del material volcánico de la caldera de Amazcala.
La zona norte o serrana se considera como una área de recarga, principalmente para flujo local, aunque también dentro de ella hay manantiales indicativos de descargas.

Esta zona está conformada principalmente por ignimbritas y riolitas con alta capacidad de infiltración.

En la zona suroeste, el acuífero está constituido por conglomerados con intercalaciones de materiales vulcano-sedimentarios el cual alcanza espesores de más de 200 metros.
En la zona sureste, se aprecia que no hay continuidad de las unidades geológicas en el sentido horizontal, debido principalmente a la deposición de los materiales volcánicos de la caldera de Amazcala.

Dentro del sistema se considera un acuífero multicapa debido a la heterogeneidad entre las permeabilidades del conglomerado y los materiales volcánicos. El valle de Amazcala en el sentido propio está limitado por fallas normales de dirección este-oeste, que pueden funcionar como barreras o canales de flujo.

El acuífero está constituido por la coexistencia de tres sistemas de flujo, asociados a sus condiciones de presión: un acuífero libre granular que se asocia al relleno vulcanosedimentario localizado en la parte más baja del valle; un acuífero semiconfinado multicapa con flujo intermedio que subyace al anterior y se extiende en el oriente hacia los límites de la caldera de Amazcala y hacia el norte con la falla Lajitas; y un acuífero fallado en el que los sistemas este-oeste (falla Lajitas y falla San José) y el sistema de fallamiento asociado a la caldera, deben ser considerados como unidades hidroestratigráficas independientes con flujo regional con una componente hidrotermal.

Con la construcción de la Presa El Carmen y el desarrollo agrícola del valle, se ha generado una nueva recarga al acuífero denominada recarga inducida que corresponde

al volumen que se infiltra al acuífero como consecuencia de la utilización de láminas excesivas de riego con agua superficial y subterránea (retornos de riego).

Balance de Agua Subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Valle de Amazcala, clave 2202, es de 34.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 5.2 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo, 25.73 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical por lluvia y 3.07 millones de metros cúbicos anuales por recarga inducida por retornos de riego y fugas en las redes de distribución de agua potable; asimismo, la descarga del acuífero está integrada por 55.0 millones de metros cúbicos anuales equivalentes al volumen extraído y 2.8 millones de metros cúbicos anuales de salidas por flujo subterráneo; el cambio de almacenamiento en el acuífero es de -23.82 millones de metros cúbicos anuales en el que el signo negativo indica que la extracción es a costa de la reserva almacenada no renovable del acuífero, provocando un abatimiento de 1.33 metros por año.

La disponibilidad media anual en el acuífero Valle de Amazcala, clave 2202, se determinó considerando una recarga media anual de 34.0 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 2.8 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 55.862048 millones de metros cúbicos anuales, resultando un déficit de 24.682048 millones de metros cúbicos anuales.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones en el acuífero Valle de Amazcala, clave 2202. El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 31.2 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida. El área superficial del acuífero Valle de Amazcala, clave 2202, está ubicado en una región con escasez natural de agua y un clima semiárido templado y semiárido semicálido, donde se presenta una precipitación media anual de 435 milímetros, mientras que la evaporación potencial media anual es de 804 milímetros anuales; consecuentemente la mayor parte del agua precipitada se evapora, por lo que el escurrimiento y la infiltración son reducidos. Los escurrimientos superficiales en general son intermitentes, lo cual implica que la única

fuente de abastecimiento permanente segura sea el agua subterránea del acuífero que se extrae a través de captaciones y que descarga a través de manantiales que son aprovechados para los distintos usos.

Dicha circunstancia, además de la creciente demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la región, aunado a la nula disponibilidad media anual de agua subterránea implica el riesgo de que se agraven los efectos negativos de la explotación del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso. Por otro lado, el cambio de uso de suelo de la cuenca que ocurre desde hace décadas, incrementa el coeficiente de escurrimiento, reduce la recarga, incrementa la extracción de agua subterránea y disminuye el flujo base y la descarga natural del acuífero.

Acuífero Valle de Huimilpan

El acuífero Valle de Huimilpan tiene una extensión de 211 km², se ubica en la porción suroccidental del estado, abarca parte de los municipios de Corregidora, Huimilpan y Pedro Escobedo. El acuífero Valle de Huimilpan cubre parcialmente los municipios de Corregidora, Huimilpan y Pedro Escobedo. Dentro de las principales poblaciones se encuentran La cabecera municipal, Sta. Teresa, San Rafael, Apapataro, El Milagro, Progreso entre otros.

Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de Huimilpan es de 20 millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas

adyacentes. Para el acuífero Valle de Huimilpan la descarga natural comprometida es de 1.99 millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA En el acuífero Valle de Huimilpan el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 19,084,411 m³/año.

Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA: -1’074,411 = 20,000,000 - 1,990,000 - 19,084,411 La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Huimilpan en el Estado de Querétaro.

Metodología y resultados de la determinación del Escurrimiento superficial de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

Escurrimiento superficial

El escurrimiento superficial se calculó a partir del llamado coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua de precipitación que escurre sobre la superficie hasta acumularse en los cuerpos de agua o seguir a través de corrientes superficiales (NOM-011-CNA-2000) y se calcula mediante la fórmula:

$$Ce = Ve / Vp$$

Donde:

Ce = Coeficiente anual de escurrimiento
Ve = Volumen de escurrimiento anual
Vp = Valores de precipitación

A partir de esta fórmula el coeficiente de escurrimiento se obtuvo por la sustitución de valores:

$$Ve = Ce * Vp$$

Por lo tanto, es necesario calcular cada una de las variables de manera independiente para poder calcular el escurrimiento.

Paso 1: Coeficiente anual de escurrimiento (Ce)

El valor de Ce se deriva a partir de dos fórmulas que lo determina el valor K (estos valores fueron obtenidos a partir de la norma oficial mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015#gsc.tab=0). Entonces Ce se calcula si K (tabla IV.55):

Tabla IV.55. Valores de K en función del tipo de suelo.

Si *K* resulta menor o igual que 0.15	***Ce*** = *K* (P – 250) / 2000
Si *K* es mayor que 0.15	***Ce*** = *K* (P – 250) / 2000 + (K – 0.15) / 1.5

El factor K se obtiene a partir de los diferentes tipos de uso de suelo (tabla IV.63 y 64)

Tabla IV.56. Tipos de suelo

Tipo de Suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess; algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Tabla IV.57. Valores de k, en función del tipo y uso de suelo

Tipo de uso de suelo y vegetación	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos en hileras	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal > 75% cubierto o pastoreo	0.14	0.2	0.28
Pastizal 50% a 75% pastoreo regular	0.2	0.24	0.3
Pastizal < 50% pastoreo excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque > 75% cubierto	0.07	0.16	0.24
Bosque 50% a 75% cubierto	0.12	0.22	0.26

Tipo de uso de suelo y vegetación	Tipo de suelo		
	A	B	C
Bosque 25% a 50% cubierto	0.17	0.26	0.28
Bosque < 25% cubierto	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0	0	0
Caminos	0	0	0
Pradera permanente	0	0.	0
Cuerpos de agua	0	0	0

Procedimiento: Como primer paso se utilizó el mapa de suelos de INEGI de suelos (https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267636) para realizar la recategorización de los tipos de uso de suelo tipo A, B y C. Posterior de esto se realizó un cruce de información con el mapa de Uso de suelo y vegetación Serie VII de INEGI, esto se realizó mediante la herramienta de Intersect. Como resultado se tuvo un mapa donde el uso de suelo era clasificado por los diferentes tipos de suelo (A, B y C) y se le asignó el valor de K correspondiente de acuerdo con la tabla IV.58.

Por último, se utilizó la capa de precipitación calculada a partir de los valores de estaciones climatológicas calculado previamente, y se aplicó la formula correspondiente de Ce mediante la herramienta de raster calculator.

Paso 2: Cálculo de la precipitación (Valor Vp).

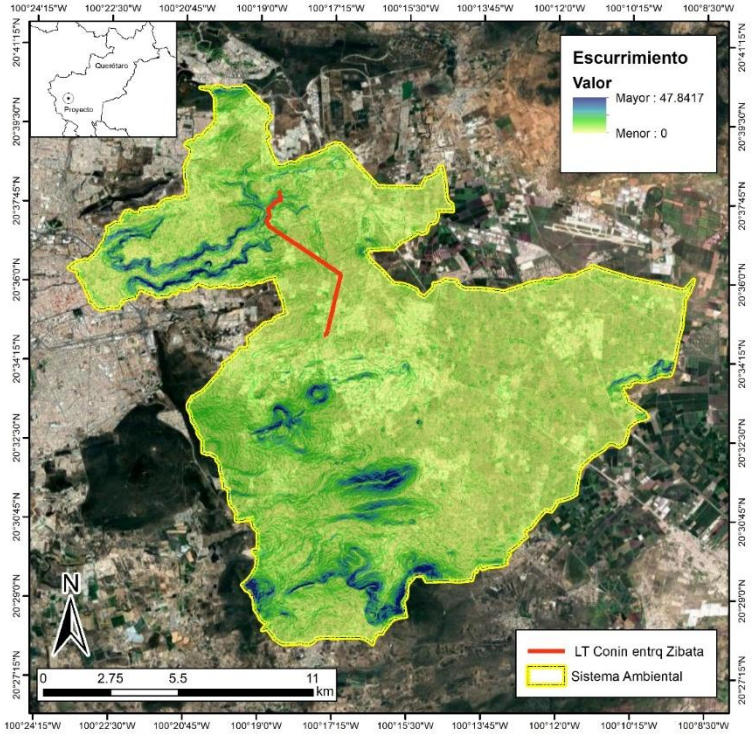
Procedimiento: para calcular esta variable se usaron los valores de precipitación anual las estaciones climatológicas circundantes (tabla IV.65). En un Excel se colocaron las coordenadas de cada una de las estaciones climatológicas y los valores de precipitación anual. Posteriormente, para espacializar estos valores se utilizaron el interpolador IDW, el cual estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Esto obtuvo como resultado el mapa de precipitación (mapa IV.51) a una resolución de 15 metros.

Último paso: cálculo de Ve

A partir de las dos variables previamente calculadas: Ce y Vp se utilizó el Raster calculator para realizar la operación de estas dos variables. Los resultados (tabla IV.58) fueron agrupados en tres clases.

Tabla IV.58. Rangos de escurrimiento en el área de análisis. Las cifras de los rangos expresan los milímetros de precipitación anuales por metro cuadrado que no son aprovechados por cobertura vegetal o filtrados a subsuelo.

Rangos de escurrimiento	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
0 - 4.97	17,737.22	66.72
4.98 - 12.91	7,156.11	26.92
12.92 - 47.84	1,691.35	6.36



Mapa IV.51. Volúmenes de escurrimiento en el área de análisis.

Metodología y resultados de la determinación de la infiltración de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

Infiltración

Para el cálculo de la infiltración hídrica se empleó la ecuación de Schosinsky y Losilla (2000 y 2006), donde se utilizan los valores de precipitación, valores de infiltración básica de suelos, tipo de cobertura vegetal y porcentaje de pendiente existentes en el área de análisis.

Diversas fuentes bibliográficas señalan a dicha ecuación como la más apropiada cuando se carece de información sobre los parámetros arriba señalados. Sin embargo, al igual que la ecuación del coeficiente de escurrimiento propuesta en la NOM-011-CNA-2000, se limita al análisis de resultados inferiores a la unidad como valor máximo, aun cuando el cálculo sea superior a 1 y donde todos sus componentes son adimensionales

La fórmula general para calcular los volúmenes de infiltración promedio anual (mm/anual) mediante la ecuación:

$$Pi = (Ci)\ (P - Ret)$$

Donde:

Pi = precipitación que infiltra mensualmente (Infiltración al suelo; mm/mensual)
Ci = Coeficiente de infiltración (adimensional)
P = Precipitación (promedio de mm/mensuales)
Ret = Retención de lluvia por follaje (promedio de mm/mensuales)

Por lo tanto, es necesario calcular cada una de las variables de manera independiente para poder calcular la infiltración.

Paso 1: Cálculo del coeficiente de infiltración (Valor Ci de la fórmula; adimensional).

El cálculo del Ci se hace a partir de los componentes propuestos por Schosinsky y Losilla (tabla IV.59), que son la pendiente (Kp), el tipo de cobertura (Kv) y el efecto de filtración por textura de suelo (Kfc) aplicando la siguiente formula:

$$Ci = Kp + Kv + Kfc$$

Donde:

Kp= Fracción que se infiltra por efecto de pendiente
Kv= Fracción que se infiltra por efecto de cobertura vegetal
Kfc=Fracción que infiltra por textura del suelo

Tabla IV.59. Coeficientes de escurrimiento en el área de análisis.

Kp= efecto de pendiente			**Insumo utilizado**	**Fuente**
Pendiente	Valor porcentual	*Kp*	Continuo de elevaciones mexicano (resolución: 15m)	INEGI
Muy plana	0.02% a 0.06%	0.30		
Plana	0.06% a 0.4%	0.20		
Algo plana	1% a 2%	0.15		
Promedio	2% a 7%	0.10		
Fuerte	Mayor a 7	0.06		
Kv = efecto de cobertura vegetal				
Tipo de cobertura	Condición	*Kv*		
Pastizales	Menos de 50%	0.09	Serie VII, Uso de suelo y vegetación de, escala: 1:250,000	INEGI
Pastizales	Mas del 75%	0.21		
Cultivos anuales o de riego	Activos	0.10		
Pastizal natural		0.18		
Bosque		0.20		
Kfc= efecto de filtración por textura de suelo				
Arcilla compacta impermeable		0.100	Perfiles de suelos. Escala 1:250 000. Serie II	INEGI
Combinación de limo y arcilla		0.200		
Suelo limo-arenoso no muy compacto		0.400		

Procedimiento: El modelo digital de elevaciones, al ser un archivo raster, primero se calculó las pendientes a partir del módulo de Slope y los valores de salida fueron en porcentaje. Posteriormente se usó la herramienta de Reclassify para asignar los valores Kp a partir de los valores indicados en la tabla IV.60. En el caso del mapa de uso de suelo de vegetación y el mapa de perfiles de suelos, al ser archivos vectoriales, estos fueron recategorizados a partir de su tabla de atributos para que coincidan con las clases establecidas en la tabla IV.60. Cabe mencionar que los pastizales naturales fueron tomados en cuenta como “Más del 75%” y los inducidos con “Menos del 50%”, posteriormente con esta nueva recategorización fueron rasterizados los archivos a una resolución de 15 metros, con el objetivo de hacerlos comparables con el modelo digital de elevaciones de INEGI.

Por último, para el cálculo final de Ci, se utilizó la herramienta de Raster Calculator, donde se sumaron las tres variables Kp + Kv + Kfc.

Paso 2: Cálculo de la precipitación (Valor P de la fórmula de Pi).

Procedimiento: para calcular esta variable se usaron los valores de precipitación anual las |es climatológicas circundantes (tabla IV.60). En un Excel se colocaron las coordenadas de cada una de las estaciones climatológicas y los valores de precipitación anual. Posteriormente, para espacializar estos valores se utilizaron el interpolador IDW, el cual estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Esto obtuvo como resultado el mapa de precipitación, a una resolución de 15 metros, por último, para poder tener el promedio mensual, este mapa de precipitación anual se dividió entre 12 por medio de la herramienta Raster Calculator, para así obtener un mapa de precipitación promedio mensual.

Paso 3: Cálculo de Retención de lluvia por follaje (Valor Ret de la fórmula de Pi).

Lluvias menores de 5 mm mensuales, no van a generar infiltración ya que se considera que, en un mes con lluvia, al menos 5 mm son retenidos por el follaje sin llegar al suelo (Schosinsky & Losilla, 2000). Además, se considera que la retención de la lluvia en follajes es del 12% (Butler, 1957) de la precipitación mensual. Sin embargo, en bosques muy densos, la retención de la lluvia se considera en un 20% (Linsley et al., 1958). Definiremos como coeficiente de follaje (Cfo) el porcentaje de la lluvia mensual que es retenida en el follaje, expresado en tanto por uno. Para bosques no densos se toma el 12% de retención Cfo = 0,12. Y para bosques densos se toma el 20% de retención Cfo = 0,20.

Procedimiento: la fórmula del cálculo: Ret = P*Cfo. en este caso se utilizó el mapa de uso de suelo y vegetación Serie VII para determinar zonas de bosques densos y bosques no densos, a los cuáles se les reclasificó y se les asigno valores de 0.20 o 0.12, respectivamente. Para categorías impermeables como Asentamientos se le colocó valores de 0.1.

Valores asignados de Cfo:

0.20: Bosque de encino, encino-pino, oyamel, pino, pino-encino, palmar, tular y veg. secundarias arbóreas
0.12: Agricultura, praderas, pastizales, selva Baja Caducifolia y veg. secundarias arbustivas
0.1: Asentamientos humanos.
Para posteriormente rasterizar estos valores con una resolución de 15 metros. Por último, se múltiplo el mapa de precipitación de promedio mensual por el mapa de Cfo para obtener el mapa Ret.

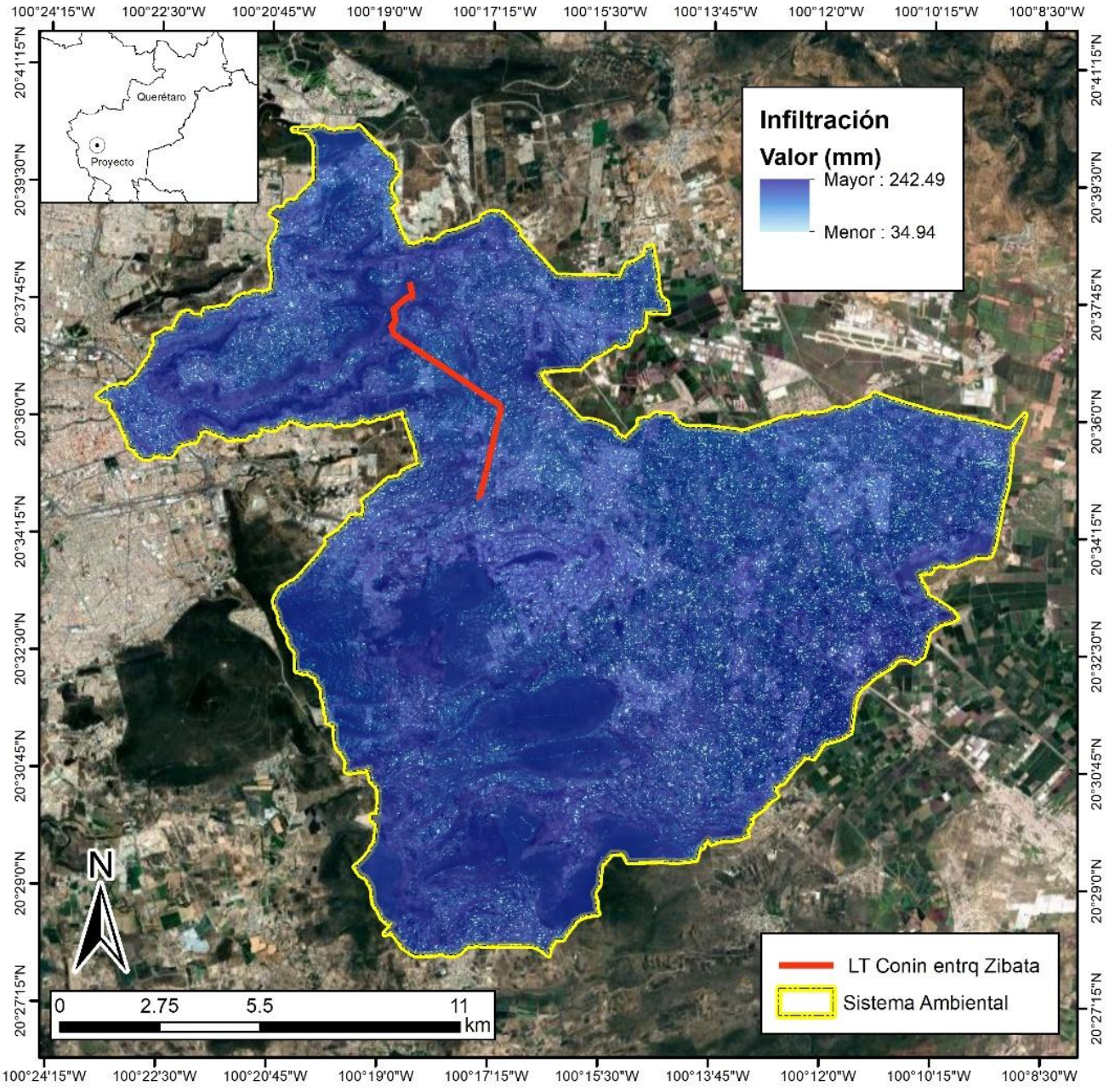
Último paso: cálculo de Pi

A partir de las tres variables previamente calculadas: Ci, P y Ret, se calculó la fórmula Pi = (Ci) (P – Ret) en la calculadora de ráster para obtener el mapa final de Infiltración (mapa IV.52).

Los resultados (tabla IV.60) fueron agrupados en cinco clases.

Tabla IV.60. Volúmenes de infiltración mensual en el área de análisis

Volúmenes de Infiltración	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
34.94 - 70.60	1,203.07	4.52
70.61 - 154.11	1,394.83	5.25
154.12 - 180.05	10,790.26	40.58
180.06 - 197.89	5,692.84	21.41
197.90 - 242.49	7,508.97	28.24



Mapa IV.52. Volúmenes de infiltración mensual en el área de análisis obtenidos a partir de pendiente, cobertura vegetal y características de suelo.

Recarga potencial de acuíferos anual

La fórmula general para calcular recarga potencial de acuíferos se realizó mediante la ecuación:

$$Rp = Pi + KHs - ETP$$

Donde:

RP= Recarga potencial anual a partir de valores mensuales
Pi= Volumen de infiltración mensual
KHs= Constante de humedad de suelos
ETP= Evapotranspiración

Por lo tanto, es necesario calcular cada una de las variables de manera independiente para poder calcular la infiltración.

Paso 1: Cálculo Pi (Volumen de infiltración).

Este mapa se generó en el paso anterior donde se describió a detalle como calcularlo, este mapa resultado fue multiplicado por 12, para representar la infiltración de los 12 meses del año.

Paso 2: Cálculo KHs

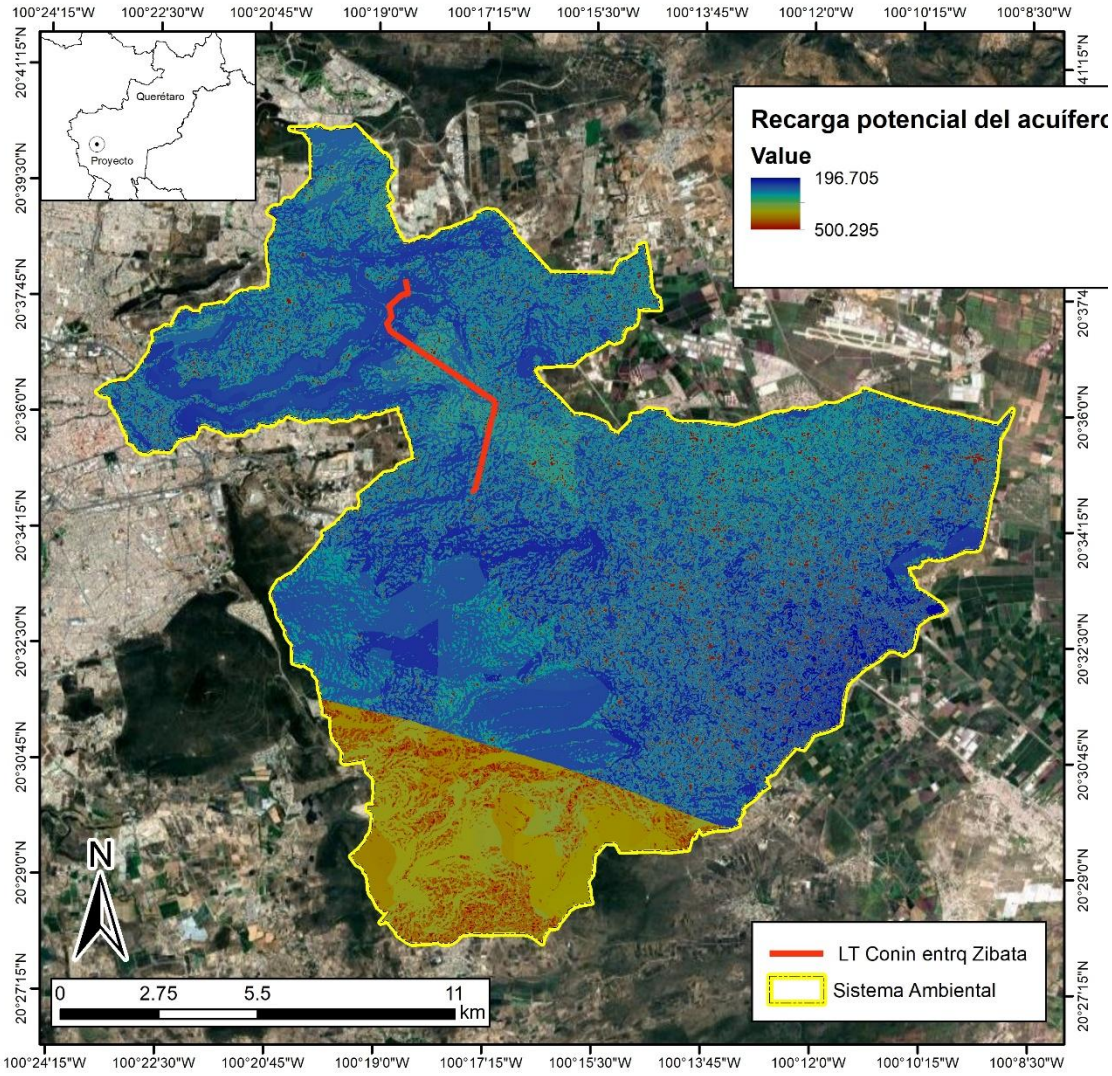
A partir del mapa de suelos de INEGI de suelos (https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267636) se encontró que casi el 60% de la superficie del área de análisis es de tipo Feozem y Vertisoles por lo que para esta variable se le asignó un valor de 10.8.

Paso 3: Cálculo Evapotranspiración (ETP)

Para el cálculo de evapotranspiración se utilizó la capa de Evapotranspiración (escala 1:1,000,000) de INEGI (https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267520) el cuál fue recortado al área de estudio y rasterizado a 15 metros de resolución.

Último paso: cálculo de RP

A partir de las tres variables previamente calculadas: Pi, KHs y ETP. Se calculó la fórmula Rp = Pi + KHs – ETP en la calculadora de raster para obtener el mapa final de Infiltración (mapa IV.53). Los resultados (tabla IV.61) fueron agrupados en tres clases.



Mapa IV.53. Volúmenes de recarga potencial al acuífero en el área de análisis

Tabla IV.61. Volúmenes de recarga al acuífero en el área de análisis

Volúmenes de recarga al acuífero (m^3/ha/año)	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
500.29 - 317.66	4,953.36	18.63
317.67 - 257.18	11,400.63	42.88
257.19 - 196.70	10,235.91	38.50

Metodología y resultados de la determinación de la infiltración de los predios sujetos a CUSTF de la obra en proyecto.

El escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que se mueve sobre los terrenos de manera laminar y que, al acumularse en las zonas más bajas del terreno, forma pequeños arroyos que alimentan a las corrientes intermitentes para que éstas a su vez alimenten a los ríos. Cuando este escurrimiento ocurre en suelo desprotegido, provoca erosión en forma de canalillos que finalmente constituyen cárcavas.

En la planeación de trabajos de conservación y restauración de suelos, ya sea para la construcción de obras de captación de agua *in situ* o en aquellas construidas en cárcavas, es necesario conocer el comportamiento de los escurrimientos superficiales de cada área. Esta información es útil para obtener datos para planear obras de conservación de suelos, manejo y captación de agua de lluvia, y promover la elección de las obras más apropiadas para conservar y restaurar los suelos.

Dentro de los beneficios que aportan las obras de captación de agua de lluvia propuestas, está el de favorecer la infiltración, tal efecto, es consecuencia de la disminución de la escorrentía o escurrimiento superficial que se genera al conformar obstáculos, por otra parte, al retener suelo, cuesta arriba se inicia la revegetación con especies herbáceas principalmente, las cuales, establecen por lo general una cobertura de hasta el 100.0 %, incrementando así, la capacidad de infiltración.

Los valores que componen el coeficiente de infiltración están en función a análisis de índices de escorrentía sugeridos por Ven Te Chow (1994). En estos índices, se considera

que el coeficiente de infiltración aparente (1-coeficiente de escorrentía) disminuye aproximadamente en 0.04 al pasar la pendiente del terreno entre 2 y 7% a superiores de 7%. Los terrenos con una pobre cubierta de zacates o herbáceas (menos del 50%) tienen un coeficiente de infiltración levemente superior al de los terrenos cultivados, aumentando aproximadamente en 0.01 en los terrenos cultivados. Además, los terrenos con cubierta de zacate o herbáceas (más del 75%) o cubiertos con bosque, tienen coeficientes de infiltración similares entre sí, disminuyendo aproximadamente en 0.01 en terrenos con bosque. Los terrenos cubiertos con pastizal o herbáceas disminuyen el coeficiente de infiltración aproximadamente en 0.02 con respecto al bosque.

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otra escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrando. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar, es la interceptada por el follaje de plantas. Se estima que en cada aguacero, el follaje venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler, 1957). Tomando como base los criterios anteriores y considerando los coeficientes de la ONU, se proponen los siguientes coeficientes de infiltración:

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

C = COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN: El Coeficiente de infiltración se calcula de la siguiente forma:

$$C = kfc + kp + kv.$$

Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo;

Kp = Coeficiente de pendiente;

Kv = Coeficiente del uso del suelo.

CÁLCULO DEL KFC: Refleja la permeabilidad del suelo. Rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; al contrario, suelos recientes, no compactados y arenosos facilitan la infiltración. Se debe considerar también la situación geológica, como las fallas tectónicas, que facilitan la infiltración.

Tipo de suelo	Kfc
Textura fina	**0.10**
Textura media	0.15
Textura gruesa	0.20

***CÁLCULO DE KP*:** Es un factor sumamente importante porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico se asigna a cada zona de estudio un coeficiente de pendiente Kp.

Pendiente	Kp
0 a 1%	0.40
1 a 15%	0.15
15 a 30%	0.10
30 a 50%	0.07
50 a 70%	0.05
Mayor a 70%	0.01

CÁLCULO DE KV: Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%.

Valores de la variable Kv Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	**Bosque, selvas y matorrales**
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más del 75%)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - Ki)CP$$

$$I = (0.88)CP \qquad (2)$$

Donde:

C = Coeficiente de infiltración
I = Infiltración
Ki = 0.12 fracción interceptada por el follaje
P = Precipitación (media anual)

a) <u>Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).</u>

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de las obras de conservación, las variables tomaran los siguientes valores para cada tipo de vegetación (tabla IV.62):

Tabla IV.62. Caracterización del escenario 1.

Tipo de vegetación	*Kfc*	*Kp*	*Kv*	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte de los predios en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.20 (bosque)	0.45

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla IV.63. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja caducifolia	I = (0.88)*0.45*462.2 mm = **183.031 mm**	49302.00	9023804.22	9023.80

b) <u>Infiltración con proyecto (Escenario 2).</u>

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.64. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	*Kfc*	*Kp*	*Kv*	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.09 (Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%))	0.34

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla IV.65. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (l)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja caducifolia	I = (0.88)*0.34*462.2 mm = **138.290 mm**	49302.00	6817985.41	6817.99

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de usos de suelo, notamos una disminución de:

Tabla IV.66. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (l)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81
Total	**9023.80**	**6817.99**	**2205.81**

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación entes señalado, podemos notar que se reducirá **2205.81 m^3/año** (**9023.80 – 6817.99**) de infiltración de agua en la superficie forestal de los predios de la obra del proyecto en estudio, sujetas a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

c) Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.67. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	Infiltración en condiciones actuales m^3/año	Infiltración posterior a la ejecución del CUSTF m^3/año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m^3/año
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**2205.81 m^3/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran **5** m^3/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1996-2024 son **133.20**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación meteorológica No 22070 denominada Plantel 7.

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **17.40** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **17.40 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **133.2 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en la estación meteorológica No 22070, denominada Plantel 7 (CONAGUA), se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

Vol = No zanjas/ha x No eventos/año x vol captado/zanjas = vol. Captación/año/ha

Vol = 6.44 x 65.9 x 5.0

Vol = 2121.98 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la LT Conín entronque = **9023.80 m³/año**, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la LT Conín entronque = **6817.99 m³/año**, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **2205.81 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **1.08 ha**, en las cuales se construirán **7.0 zanjas** bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente **35.0 m³/año por evento, que multiplicado por los 65.9 eventos al año, se logrará captar 2306.5 m³/año en las 1.08 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **2205.81 m³/año** (**9023.80 – 6817.99** m³/año), el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas.

Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación a la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.

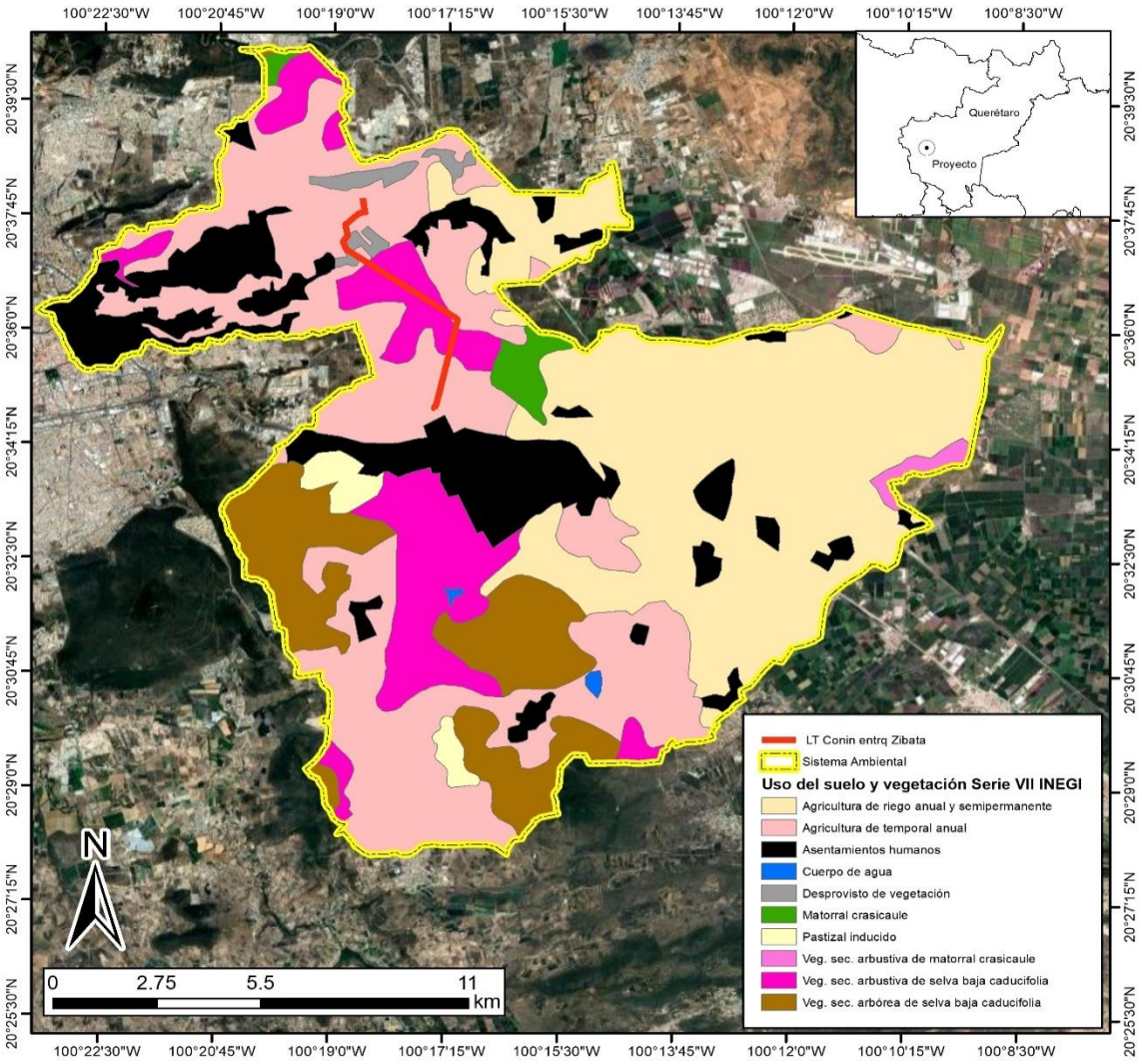
- No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua**.

IV.2.2.2 Medio biótico

► ***Vegetación***

En la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), donde se ubica el proyecto, se identifican 10 ambientes bien definidos y determinados por los componentes ambientales, tales como el tipo de suelo, pendiente y uso de suelo (mapa IV.54):



Mapa IV.54. Vegetación y uso de en el área de estudio.

En la tabla IV.68 se presentan las superficies y porcentajes de los diferentes usos del suelo presentes en el área de estudio, cabe aclarar que para el caso específico de las zonas con vegetación forestal se utilizó las cartas temáticas de la serie VII de INEGI mediante el cual señala el área en estudio como zona de vegetación de selva baja caducifolia.

Tabla IV.68. Usos del suelo y vegetación en el área de estudio.

Valores Sistema Ambiental	Área	
	(km²)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	84.65	31.84
Agricultura de temporal anual	79.67	29.96
Asentamientos humanos	35.6	13.39
Cuerpo de agua	0.37	0.14
Desprovisto de vegetación	2.37	0.89
Matorral crasicaule	3.27	1.23
Pastizal inducido	3.56	1.34
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	28.07	10.56
Veg. sec. arbustiva de matorral crasicaule	1.61	0.61
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	26.73	10.05
Total	**265.9**	**100.0**

En los siguientes párrafos se presenta una descripción general de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en la CHF o SAR de estudio, utilizando como referencia la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII.

a. Agricultura de temporal

Se incluyen todos aquellos conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos o soportes inertes que sostienen cultivos. La clasificación de los tipos de agricultura se hace teniendo en cuenta la forma en que los cultivos reciben el agua durante el ciclo agrícola y la duración del ciclo del cultivo dominante.



Figura IV.5. Agricultura de temporal anual permanente encontrada en la CHF o SAR.

b. Asentamiento urbano

Corresponde a elementos que no forman parte de la cobertura vegetal, que en el contexto de la CHF o SAR está representada por la localidad urbana de El Marqués.



Figura IV.6. Imágenes de la localidad de El Marqués.

c. Pastizales inducidos



d. Zonas de vegetación forestal.

Divisiones Florísticas

Las condiciones ecológicas de la vegetación que se desarrolla dentro de los polígonos en estudio y áreas adyacentes de este proyecto, se describen en este apartado, que para su comprensión se consideraron primero los siguientes aspectos.

Según Rzedowski (1978), la zona pertenece a la Provincia Florística de la Altiplanicie, que se incluye en la Región Xerofítica Mexicana, y la vegetación predominante es el matorral xerófito, con zonas de pastizal y bosque espinoso. Zamudio et al. (1992) señalan que la vegetación dominante es el matorral crasicaule circundado por relictos de bosque tropical caducifolio, sobre todo en las zonas montañosas que han conservado mejor su vegetación nativa. Baltazar et al. (2004) y Hernández et al. (2000) ya habían trabajado el esta zona de Querétaro a mayor detalle y encontraron bosque tropical caducifolio, matorral subtropical, matorral crasicaule, bosque de encinos, pastizal y vegetación acuática. A lo largo del desarrollo de este trabajo se muestreó la vegetación por el método de Gentry (Phillips y Miller 2001) en todas las zonas provistas de vegetación nativa. A continuación

se describen incluyendo las especies leñosas que resultaron dominantes en los muestreos.

Sin embargo, en la zona se manifiesta una problemática que es señalada en capítulos precedentes, debido a ello, la vegetación se encuentra con cierto grado de alteración tanto a nivel de estructura como en la composición de especies. En la región es patente un mosaico dominado por suelos de uso urbano, pecuario y agropecuario entremezclados con variados tipos vegetales secundarios acompañados por los pastizales inducidos.

Dada esta situación la vegetación ha cambiado de natural a secundaria en algunos sitios y en otros muestran un alto grado de disturbio de las áreas del proyecto en estudio. Los extremos entre uno y otro son fáciles de reconocer, porque existe una intensidad de disturbios naturales y humanos, lo cual se refleja en una variación a nivel de composición de especies florísticas, así como en su estructura. (Puig, 1991). Para tener una idea de esta situación se ha hecho el siguiente.

Descripción de los ecosistemas forestales presentes en la unidad de análisis (subcuenca):

A continuación se describe el tipo de vegetación, referidos anteriormente.

- **Selva baja caducifolia**

Esta comunidad está dominada por árboles bajos de entre 4 y 12 m que pierden sus hojas en la época de secas y que se mantienen así entre 6 y 7 meses. Entre las especies dominantes, muchas tienen cortezas exfoliantes de colores vivos o claros, y varios árboles ramifican cerca de la base. Después de la época de lluvias se desarrollan las hojas, que son de color verde claro brillante generando un contraste entre sequía y lluvias muy fuerte en el paisaje. El bosque se establece en suelos someros, bien drenados y derivados de rocas ígneas en zonas de climas cálidos subhúmedos o semisecos, entre los 500 y 1800 m de altitud (Zamudio et al., 1992). Esta vegetación está dominada en la zona de estudio por los árboles de *Senna polyantha* (tepehuaje), *Bursera fagaroides* (xixote), *B. palmeri* (copal), *Lysiloma microphyllum* (palo de arco), *Ipomoea murucoides* (palo bobo), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce). Los individuos de *Ceiba aesculifolia* (ceiba, pochote) y *Cederella dugesii* (nogal cimarrón) son menos abundantes, pero también forman parte del estrato superior de esta vegetación. Las crasicaules de gran porte con

coberturas importantes en esta vegetación son *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Stenocereus queretaroensis* (pitayo) y *Stenocereus griseus*. Entre los arbustos abundantes están *Crotón ciliatolandulifer* (palillo), *Jatropha dioica* (sangre de grado), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Zaluzania augusta* (limpia tuna, cenicilla). Después de lluvias se desarrollan abundantemente especies herbáceas como *Hybanthus attenuatus*, *Rivinia humuilis* (coral) y *Dioscorea militaris* (camote de cerro). Los helechos son escasos y son más bien de afinidades xerófitas, sobre todo *Cheilanthes* y *Pellaea*.

- **Matorral crasicaule**

Las formas de vida dominantes en este tipo de vegetación son arbustos con espinas, hojas pequeñas y tallos carnosos. Representa una vegetación más adaptada a aridez que el bosque tropical caducifolio y se desarrolla entre los 1400 y 2500 msnm sobre suelos someros derivados de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias (Zamudio et al. 1992). El matorral es un tipo de vegetación donde dominan las plantas de crecimiento arbustivo que ramifican desde la base del tallo. Incluye elementos tanto caducifolios como subcaducifolios, inermes, subinermes o espinosos. La cobertura vegetal de los matorrales tiende a ser abierta o semiabierta. Comúnmente existen gramíneas, hierbas, arbustos y plantas suculentas o semisuculentas que crecen a distintas alturas (Rzedowski, 2006).

La clasificación de los diferentes tipos de matorral resulta difícil debido a su fisonomía y características ecológicas. El matorral crasicaule, representa un tipo de matorral que agrupa todas aquellas comunidades donde dominan especies arbustivas como cactáceas arborescentes o columnares; sin embargo, presentan alta frecuencia de fabáceas arbustivas. Este tipo de vegetación posee alturas que generalmente van de 2 a 4 m, pero pueden encontrarse individuos de hasta 5 m; la densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100 % de cobertura, pero admite la presencia de numerosas plantas herbáceas. Algunas de las especies que lo distinguen son: *Myrtillocactus geometrizans, Stenocereus spp*. y *Opuntia spp*. A nivel arbustivo suelen encontrarse *Mimosa spp., Acacia spp., Dalea spp., Prosopis spp., Rhus spp., Larrea spp., Brickellia spp., Eupatorium spp., Buddleia spp., Celtis spp., Ipomoea spp., Bursera spp*., entre otras. Por otro lado, *Yucca elephantipes, Y. queretaroensis y Y. treculeana* pueden formar un estrato de eminencias (Rzedowski et al., 1964).

El Matorral Crasicaule se asienta preferentemente sobre suelos someros en laderas de cerros de naturaleza volcánica, a una altitud entre 1,400 a 2,500 msnm, aunque en

ocasiones se pueden encontrar en suelos aluviales contiguos. Suelen presentarse en zonas de clima árido a semiárido, con precipitación media anual que varía entre 300 y 600 mm y una temperatura promedio anual de 16 a 22 ºC, pero con mínimas de 10-12 ºC, (IFOSEQ, 2009). El Matorral Crasicaule se presenta en todas las microcuencas del municipio, principalmente en zonas donde las condiciones fisiográficas, climáticas, demográficas y de uso de suelo acondicionan los terrenos para la permanencia y establecimiento de los matorrales. La estructura de vegetación del Matorral Crasicaule, se encuentra en fase sucesional arbustiva y sucesión herbácea, donde abundan géneros de la familia Poaceae. En el estrato superior dominan las cactáceas arborescentes como Opuntia spp. acompañadas de *Myrtillocactus geometrizans*, arbustiva de Selva Baja Caducifolia como *Eysenhardtia polystachya*. Entre las principales especies se encuentran las cactáceas *Myrtillocactus geometrizans, Opuntia robusta, Opuntia streptacantha y otras especies como Ipomoea murucoides, Acacia spp y Prosopis laevigata*.

En el estrato arbustivo se encontraron el *Croton ciliatoglandulifer, Jatropha dioica y Zaluzania augusta*; En el estrato herbáceo dominan *Cheilanthes bonariensis, Tetramerium nervosum* y *Gymnosperma glutinosum*, además de diversas especies de gramíneas, cuyo uso forrajero y su dispersión las hace un elemento invasivo común. También se incluyen especies de plantas rosetófilas como *Agave spp*. y cactáceas globosas, tal es el caso de *Ferocactus spp.* y *Mammillarias pp*.

- **Pastizal inducido**.

En el área de estudio el Pastizal inducido zacate navajita morada (*Bouteloua trifida*) siendo una especie nativa del área es la que representa el mayor valor en el índice para el estrato herbáceo. Presentan también arbustos donde las especies más altas tienen una altura de 2.74 m, para las especies dominantes del área el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) y como codominante el limoncillo (*Zanthoxylum fagara*). Con una menor dominancia se encuentra el chapote (*Diospyros texana*), seguido de otras especies con menor valor de importancia como lo es especies como: nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*) yanacahuita (*Cordia boissieri*).

Mientras que para el estrato herbáceo el zacate navajita morada (*Bouteloua trifida*), otro zacate presente en esta vegetación es el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), y el zacate punta blanca (*Digitaria californica*) y la oreja de ratón (*Evolvulus alsinoides*).

Comunidad vegetal presente en el área en proyecto

Con base en la clasificación de INEGI, 2022, serie VII y a fotointerpretación y visitas a campo, el tipo de vegetación es de **selva baja caducifolia (SBC) o (matorral subtropical) y Bosque de galería (BG)**. Los usos de suelo y vegetación suelo se presenta en la tabla IV.69 y la ubicación de las áreas forestales donde se requiere el cambio de uso de suelo se presentan en la tabla IV.70.

Salidas. Se realizaron tres salidas al campo, una por día

Fechas de muestro: 07-enero-2026 al 09-enero-2026

Brigadas. Una brigada de 6 personas, un chofer, un coordinador (Ingeniero Forestal) responsable de dirigir las actividades, un Ingeniero Topógrafo, especialista en el manejo de equipo técnico y GPS para la ubicación y delimitación de las unidades de muestreo y mediciones en general, tres Biólogos especialistas y con experiencia de campo en la identificación de especies y mediciones en levantamiento de información estándar de los parámetros de los ejemplares vegetales.

La temporada de muestreo fue en el primer mes del del 2026. Sólo se hizo un muestreo por sitio.

Tabla IV.69. Uso de suelo y vegetación en el área de la obra en estudio.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Agrícola	11,597.01	1.1597
Bosque de galería	3,834.45	0.3834
Camino	10,608.81	1.0609
Carretera	6,716.52	0.6717
Ferrocarril	1,682.32	0.1682
Pastizal inducido	58,735.70	5.8736
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.42	4.9302
Sin vegetación aparente	19,286.95	1.9287
Zona federal CFE	820.83	0.0821
Zona urbana	12,827.60	1.2828
Total	**175,412.62**	**17.5413**

Tabla IV.70. Rodales con vegetación registrada dentro del proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Rodal	Área (m²)	Área (ha)
Bosque de galería		3,834.45	0.3834
Selva baja caducifolia (SBC)	1	6,039.44	0.6039
Selva baja caducifolia (SBC)	2	2,842.72	0.2843
Selva baja caducifolia (SBC)	3	9,000.73	0.9001
Selva baja caducifolia (SBC)	4	2,571.77	0.2572
Selva baja caducifolia (SBC)	5	21,413.87	2.1414
Selva baja caducifolia (SBC)	6	1,171.13	0.1171
Selva baja caducifolia (SBC)	7	3,638.81	0.3639
Selva baja caducifolia (SBC)	8	2,560.36	0.2560
Selva baja caducifolia (SBC)	9	63.66	0.0064
Total		**53136.93**	**5.3137**

Tabla IV.71. Uso de suelo con vegetación a desmontar o que requiere CUSTF.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Rodal	Área (m²)	Área (ha)
Selva baja caducifolia (SBC)	1	6,039.44	0.6039
Selva baja caducifolia (SBC)	2	2,842.72	0.2843
Selva baja caducifolia (SBC)	3	9,000.73	0.9001
Selva baja caducifolia (SBC)	4	2,571.77	0.2572
Selva baja caducifolia (SBC)	5	21,413.87	2.1414
Selva baja caducifolia (SBC)	6	1,171.13	0.1171
Selva baja caducifolia (SBC)	7	3,638.81	0.3639
Selva baja caducifolia (SBC)	8	2,560.36	0.2560
Selva baja caducifolia (SBC)	9	63.66	0.0064
Total		**49302.48**	**4.9302**

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.48	4.9302
Total	**49,302.48**	**4.9302**

Muestreo de flora realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional).

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad vegetal que se distribuye tanto en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), así como en el área donde se ubicará el Proyecto en estudio, mediante el método de Müller-Dombois y Ellenberg (1974), en el cual se indica realizar un diseño de muestro, el cual consistió en lo siguiente:

Para la realización del presente inventario se utilizará de base la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie VII elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2018 con imágenes Landsat TM de los años 2002 e imágenes del sensor Spot para el año 2007 respectivamente. Se cuenta además con un acervo de imágenes de satélite de baja, mediana y alta resolución (para algunas zonas del país) que sirven de insumo en el análisis y manejo de la información, así como para la toma de decisiones durante la evaluación de los informes de campo entregados por las empresas contratadas.

Para la medición de los parámetros estructurales de las comunidades vegetales del área del proyecto en estudio, se realizaron 3 salidas de campo y se obtuvo información bibliográfica sobre el tema de trabajos realizados para la zona.

El primer recorrido de campo fue con fines de reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos técnicos; posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus poblaciones.

El sistema de muestreo aplicado para el inventario dentro del área del proyecto y cuenca hidrológica forestal fue selectivo-estratificado mediante sitios fijos circulares y rectangulares. Para el área del proyecto en estudio con vegetación forestal y para el caso de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca **La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)**, se realizaron 10 sitios de muestreo circulares de 500.0 m² y 2 rectangulares de 20 x 5 m = 100 m^2 para el caso del bosque de galería (6 para el área del proyecto y 6 para la CHF o SAR) en los mismos tipos de vegetación, con el objetico de comparar el ecosistema dentro y fuera del proyecto en estudio. Otros aspectos son:

- Condiciones del terreno en que se localiza el conglomerado como: altitud, pendiente, profundidad y textura del suelo, erosión, fisiografía, pedregosidad y drenaje.
- Diversidad de especies por estrato (herbáceo, epifitas, helechos, arbóreo y arbustivo).
- Características de especies de flora: raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y uso.
- Impactos ambientales a los recursos vegetación, suelos, agua y fauna, por causas como incendios, aprovechamientos forestales, cambio de uso del suelo, pastoreo, plagas y enfermedades, apertura de caminos, líneas eléctricas, actividades mineras, y asentamientos humanos.
- Aspectos dasométricos del arbolado: nombre común, diámetro, altura total, altura comercial, y daño en, caso de haberlo.
- Frecuencia y vigor del repoblado.

De cada sitio de muestreo se obtuvo la posición geográfica expresada en coordenadas UTM, la cual se realizó con un GPS Garmin eTrexVenture.

El estrato herbáceo fue analizado para conocer su abundancia, parámetros estructurales y valor de importancia biológica. Para lo anterior se establecieron 6 sitios dentro del proyecto y 6 cuadrantes para los sitios dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) de 1 m X 1 m (1 m², c/u) y en los sitios del predio del proyecto, al norte a 5 m al centro de cada sitio de muestreo. Brower & Zar (1984) consideran que sitios cuadrados proporcionan buena información de la vegetación herbácea y los cuadrantes de al menos 1 m², son apropiados. Para el análisis del estrato herbáceo, considerando el tamaño y abundancia de las hierbas, Brower & Zar recomiendan cuadrantes de 1 m², lo que puede dar confiabilidad para incluir especies representativas de un área dada.

En la visita de campo se realizó el reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos técnicos, en donde se realizaron la medición y registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus poblaciones conforme a los siguientes puntos.

a) De acuerdo a la clasificación de INEGI, 2018 Serie VII, así como de fotointerpretación y visitas a campo, se definió una comunidad vegetal en el área del proyecto en estudio y para la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional sitios de muestreo de dimensiones fijas distribuidos de manera de tener lo mejor representada esta comunidad vegetal en su estructura y composición, así como sus condiciones ecológicas (sitios circulares y rectangulares).
b) En cada sitio de muestreo se hicieron recorridos con el fin seleccionar (método selectivo) los sitios menos alterados y así establecer la parcela de muestreo.
c) Se determinó realizar sitios circulares de 500.0 m² (radio de 12.62 m) y rectangulares de 20 x 5 m (100 m^2) para el estrato y arbustivo, para el caso de las herbáceas se realizaron parcelas de 1.0 m² (1 x 1 m), debido al gradiente topográfico del terreno que existe en el área para medir a todos los individuos florísticos.
d) En cada sitio se registró nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos, su cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.

Para el registro de especies se emplearon dos métodos básicamente, los cuales se describen a continuación:

Identificación *in situ:* es la técnica mediante la cual, a través de la observación en campo de estructuras reproductivas (flor y/o fruto), o de características de las cortezas (morfología, olor, color, textura) de los elementos arbóreos, arbustivos, helechos, epifitas, herbáceos o cualquier otra forma de vida de las plantas se puede determinar el género e incluso la especie a la que corresponde. Al respecto, resulta importante señalar que el uso de las estructuras anatómicas para la identificación de especies es la de mayor importancia.

Colecta de plantas en floración y fructificación: para aquellos elementos de la flora que no se determinaron en campo, aun cuando presentaban estructuras reproductivas, fueron colectadas y prensadas siguiendo la técnica para preparar especímenes botánicos según Gaviño *et al.,* (1972) y Lot y Chiang, (1986). Posteriormente se llevaron a herbarios de instituciones educativas donde mediante el uso de claves taxonómicas, imágenes y descripciones, fueron identificadas. Es importante comentar, que cada ejemplar se cotejó con los existentes en la colección botánica del herbario de la Universidad del Noreste (UNE).



Figura IV.7. Identificación de ejemplares botánicos en herbarios institucionales

Posterior a la clasificación de las especies registradas en los diferentes sitios de muestreo se procedió a elaborar el listado florístico. El análisis de la riqueza, abundancia relativa y diversidad florística de cada unidad de análisis se presenta a continuación.

El tipo de vegetación fue diferenciado con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en el criterio de INEGI, 2022, de esta manera la comunidad vegetal identificada es de **selva baja caducifolia (SBC) o (matorral subtropical) y Bosque de galería (BG)**.

Para realizar un Inventario Forestal, fue necesariamente la ejecución de una larga serie de actividades y la coordinación de gran cantidad de personas. Se especifico con claridad qué etapas componen el inventario y qué actividades se realizan en cada una de ellas es esencial para el buen funcionamiento del proceso. Una de las etapas fundamentales en la elaboración de este Inventario Forestal es el Muestreo de Campo por lo que fue necesario detallar los procesos metodológicos para el levantamiento de la información. El muestreo de campo para el inventario, consistió en el levantamiento la información en 10 puntos de muestreo de 500.0 m² cada uno (5 dentro del área del proyecto y 5 para la unidad de análisis o cuenca) y 2 rectangulares en el caso del bosque de galería de 20 x 5 m (100 m^2) distribuidos en las diferentes condiciones de vegetación presente en las inmediaciones del sistema ambiental regional en estudio, es decir en ecosistemas de vegetación de **selva baja caducifolia (SBC) o (matorral subtropical) y Bosque de galería (BG)**.

La diferencia e importancia del actual inventario fue que se tendrán inventariadas todas las condiciones ecológicas existentes. La agrupación realizada para la intensificación del muestreo se basa en las diferentes condiciones de las comunidades vegetales del país, la variabilidad estadística y su importancia forestal.

El diseño del muestreo dasonómico fue selectivo- estratificado, esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas.

Como se mencionaba anteriormente la base del diseño de muestreo, es la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII, elaborada por el INEGI. Para ello primeramente se definió, con base a los objetivos del inventario, la estratificación a realizarse para el muestreo de acuerdo al sistema de clasificación de la vegetación utilizado en la

cartografía, la superficie, ubicación y el nivel de importancia de cada uno del ecosistema vegetal; importancia ecológica, económica maderable y/o económica no maderable, etc.

Se conoció detalladamente la zona a muestrear para la fácil ubicación de los sitios de muestreo. Durante la etapa de planeación del muestreo de campo fue muy importante que se considere los factores limitantes de acceso a los conglomerados, de acuerdo a la región de trabajo y tomar las medidas necesarias para el acceso a la toma de datos. En cuanto a los factores humanos que limitarán el arribo a los sitios de muestreo se encuentran principalmente: condiciones de los caminos, caminos truncos por linderos. Todo ello para la implementación de las medidas necesarias que permitan realizar el muestreo de campo al ciento por ciento de las regiones de trabajo.

Para el levantamiento de la información de campo se integró una brigada de trabajo, buscando optimizar el tiempo y reducir el costo de las labores por lo que cada brigada deberá operar con el personal, equipo y los materiales requeridos.

Una brigada de trabajo se constituyó por un tomador de datos (Jefe de Brigada) y cinco auxiliares de campo, que ayudaron en las mediciones, calificación y descripción de la vegetación y en el caso de necesitarse, en la realización de brecheo. Los integrantes de las brigadas de levantamiento de datos de campo están capacitados para realizar las labores requeridas con la calidad convenida. Las brigadas o cuadrillas de trabajo de campo fueron integradas por 6 personas que tenían las siguientes funciones:

Jefe de Campamento. Organizar y supervisar los trabajos diarios de las diferentes brigadas de la zona, así como el de garantizar la calidad del levantamiento del muestreo en campo.

Jefe de brigada. Responsable del levantamiento y registro correcto de la información cualitativa y cuantitativa en campo de acuerdo a los manuales e instructivos por tipo de vegetación así como la captura de los datos en la PDA.

Auxiliares de campo. Auxiliar al jefe de brigada en el levantamiento de la información en campo.

Se proporciono al personal de campo el material necesario para el levantamiento de la información así como dotar de un botiquín con los medicamentos mínimos requeridos para un accidente y/o mordedura de serpiente.

Además cada equipo de trabajo o cuadrilla llevaron, de una credencial con fotografía del trabajador especificando su puesto en la brigada de trabajo, así como un oficio con sello y firma del director de la empresa dirigido a las autoridades correspondientes, que ampare su trabajo de acuerdo a la región y periodo de la comisión. La credencial cuenta con el logotipo y sello de la empresa; nombre y firma del director y del empleado.

En general el ahorro en tiempo se verá reflejado en el número de sitios por área de trabajo. El personal de campo requirió de supervisión y retroalimentación directa y permanente por lo que el jefe de campamento acompaño y apoyo al grupo de trabajo continuamente; esto mantiene la motivación en vigor y apoya la calidad del levantamiento haciendo partícipe su dedicación al proyecto. Dependiendo de las condiciones del lugar, el jefe de campamento decidió cuál es el número apropiado de conglomerados por brigada por día.



Figura IV.8. Levantamiento de la información de la vegetación en campo e identificación de las especies vegetales.

Es preciso señalar que con la finalidad de realizar el análisis de similitud que se expondrá en el presente estudio, el razonamiento a nivel unidad de análisis se realizará únicamente en la comunidad que será intervenida durante la realización del CUSTF.

En la tabla IV.72 se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca **La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)** y en la figura IV.9 se hace una representación gráfica de los sitios de muestreo.

Tabla IV.72. Coordenadas UTM WGS84 (Zona 14) de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

No	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación
	X	Y	
1C	365603	2278709	Selva baja caducifolia (SBC)
2C	364725	2279493	Selva baja caducifolia (SBC)
3C	364365	2279482	Selva baja caducifolia (SBC)
4C	363056	2280992	Selva baja caducifolia (SBC)
5C (Inicio)	363593	2281746	Bosque de galería (BG)
5C (Termino)	363611	2281746	
6C	363414	2281996	Selva baja caducifolia (SBC)

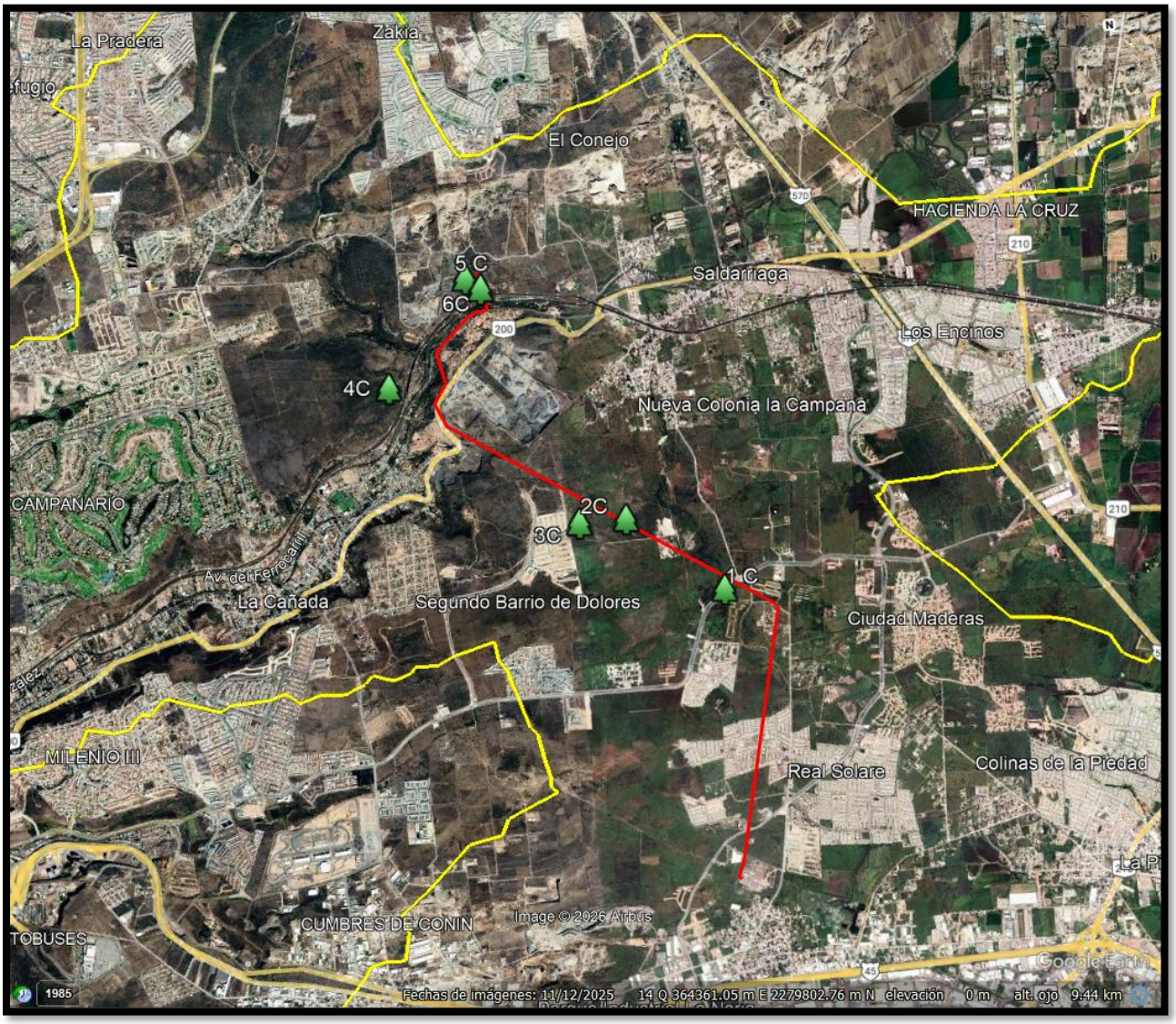


Figura IV.9. Representación gráfica de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

Nota. *Cabe aclarar que para el análisis de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) se realizaron más sitios de muestreo de este tipo de vegetación a afectarse con el CUSTF donde la calidad de sitio es mejor o mejor representada o conservada, con las abundancias obtenidas en el muestreo se puede observar una tendencia a la asíntota,*

en donde las especies que presentaron un solo registro y aquellas que estuvieron presentes en un solo transecto (uniques y singletons) también marcan una tendencia a la estabilización, está característica indica que el muestreo fue realizado en forma suficiente y que la muestra obtenida mediante la metodología empleada es representativa del atributo medido, que en estos tipos de vegetación presentes en el área del proyecto. La representatividad del muestreo con fines de inventario florístico, se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido.

En cuanto a las área forestales dentro del derecho de vía del proyecto en estudio el tamaño de la muestra e intensidad del muestreo para las especies arbóreas, arbustivas, suculentas, epifitas y herbáceas fue de la siguiente manera.

Para determinar el tamaño de la muestra, la información dasométrica se levantó en la 5.3137 ha (SBC = 4.9302 ha y BG = 0.63 ha), las cuales corresponden a la superficie con vegetación forestal en la totalidad del proyecto. La distribución del muestreo por tipo de vegetación y/o comunidad se realizó de la siguiente manera:

El cálculo del tamaño de muestra tal y como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$n = \left(\frac{IM}{100} \right) * N$$

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)
IM = Intensidad de muestreo (%)
N = Superficie total (ha)

El total de sitios requeridos para recabar la información de campo, se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

$$NS = \left(\frac{n * 10000}{Ts} \right)$$

Donde:

NS = Número de sitios
n = Superficie a muestrear (ha)
Ts = Tamaño de la unidad de muestreo (m^2)

En base a lo anterior y para el caso de las áreas forestales que se verán afectadas con la construcción del proyecto, se levantó la información forestal de la siguiente manera;

- Selva baja caducifolia (SBC) de las = **4.9302** hectáreas se levantó la información en 5 (cinco) sitios circulares de 500 m^2 lo que representa un total de 00-25-00 hectáreas.
- Bosque de Galería (BG) de las **0.63** hectáreas se levantó la información en 1 (uno) sitios rectangular de 100 m^2 lo que representa un total de 00-01-00 hectáreas.

La intensidad de muestreo, es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

F = (n / N)*100

Donde:

F = Intensidad de muestreo en porcentaje
n = Número de unidades de la muestra
N = Número de unidades de toda la población
La intensidad de muestreo según Carrillo (2008), está en función de los siguientes aspectos:

1. Variabilidad de la población
2. Precisión de la información
3. Error de muestro que se piensa tolerar
4. Grado de confiabilidad de la estimación y

5. Recursos disponibles

Intensidad de muestreo de la selva baja caducifolia = 5.07%
Intensidad de muestreo del bosque de galería = 1.59%

El mismo autor señala que de acuerdo a experiencias son aceptables intensidad que van de 1 a 10%, siendo más notable los de 2-4%.

De acuerdo con información de la Universidad Autónoma Chapingo[1], en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1 %, y el valor que se tome está en función de: superficie a inventariar, recursos financieros, precisión requerida, tiempo disponible para realizar el inventario.

Tabla IV.73. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de vegetación considerados en el presente estudio.

No	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación
	X	Y	
1	366003	2278791	Selva baja caducifolia (SBC)
2	364773	2279616	Selva baja caducifolia (SBC)
3	364394	2279872	Selva baja caducifolia (SBC)
4	363160	2281038	Selva baja caducifolia (SBC)
5 (Inicio)	363647	2281753	Bosque de galería (BG)
5 (termino)	363644	2281772	
6	363616	2281958	Selva baja caducifolia (SBC)

[1] http://www.virtual.chapingo.mx/dona/sis.prod.forestal/Evaluaci%F3n.pdf

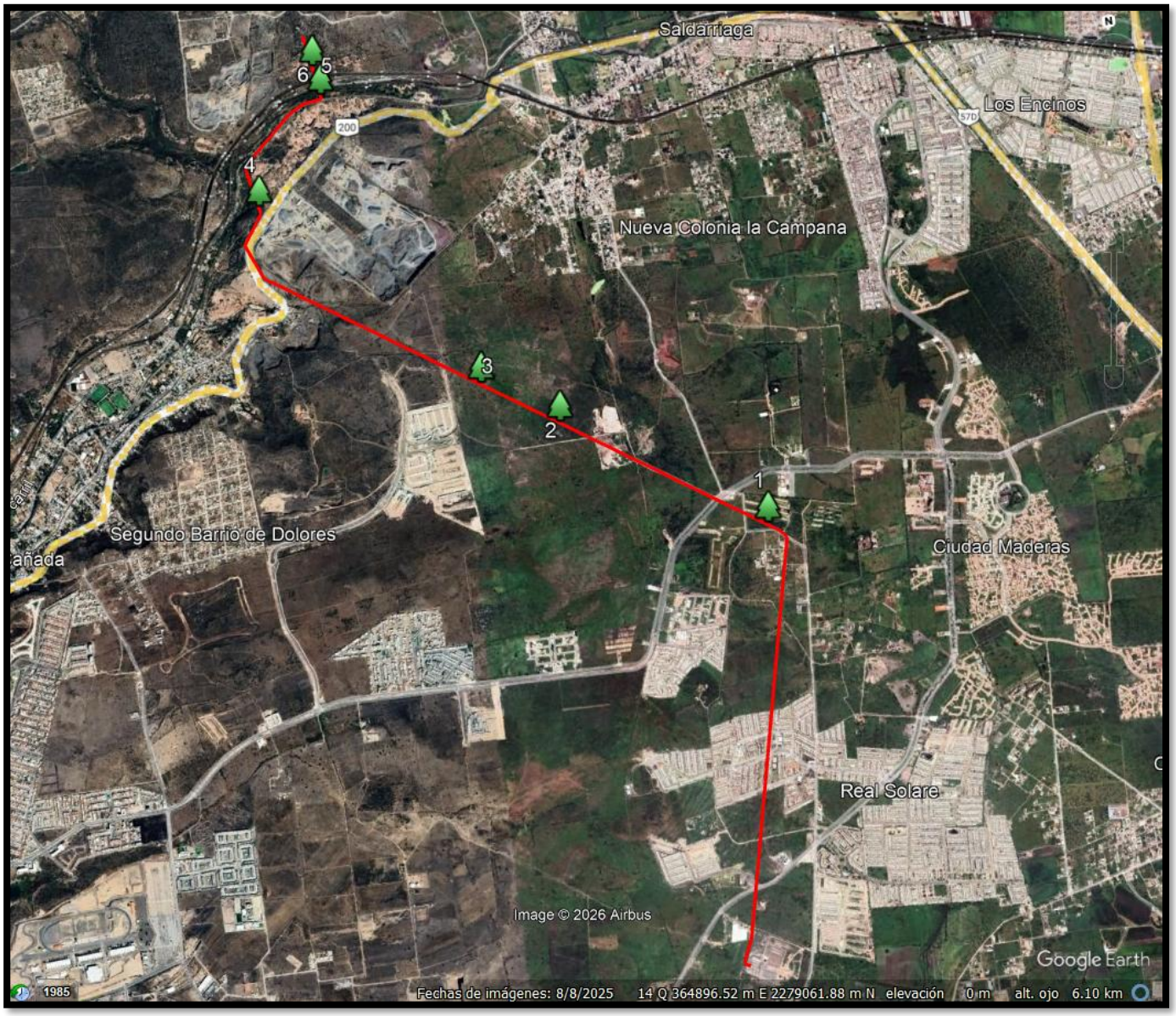


Figura IV.10. Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación para el proyecto.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal en campo fue de la siguiente manera para el caso de sitios rectangulares en el bosque de galería; se identificó el límite de las orillas del sitio seleccionado (usando la técnica de Canfiel, pero contando todo el arbolado dentro del mismo), el cual fue georeferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color rojo los límites, una vez definido los límites del terreno se prosiguió a la medición del arbolado, cuantificando cada especie de árboles, epifitas y

arbustos y tomando su lectura real en cm de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal de los sitios circulares para la selva baja caducifolia en campo fue de la siguiente manera; se identificó el centro del sitio seleccionado, el cual fue georeferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color amarilla, una vez definido el centro del sitio se midió la pendiente en grados de inclinación del terreno para compensarlo, se dividió el circulo en cuatro parcelas (1, 2, 3 y 4), repartidas en los cuatro vértices geográficos (Norte, Este, Sur y Oeste), dichas parcelas fueron delimitadas del centro hacia las orillas y las orillas de la circunferencia marcando los arbustos que entrarían, una vez delimitado el sitio y las cuatro parcelas se prosiguió a la medición del arbolado, iniciando del norte en dirección a las manecillas del reloj, cuantificando cada especie de árboles, arbustos, helechos y epifitas y tomando su lectura real en cm. de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos, dicha información fue agrupada en cada una de las cuatro parcelas de cada sitio.

Para considerar a un individuo como parte del estrato arbóreo (árboles maduros) los individuos con las características de una altura igual o mayor a 3 metros. Como parte del estrato arbustivo se consideró a aquellos individuos que presentaron una altura entre 0.50 y 2.9 metros. Y como parte del estrato herbáceo se consideró a los o individuos con una altura menor a 0.50 metros.

Con la información recabada durante el muestreo de vegetación de la comunidad vegetal se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies localizadas dentro del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974[2]).

En este apartado se hace una descripción de las condiciones, de las densidades, frecuencias y densidades relativas, así como de los índices de valor de importancia y de diversidad de la vegetación de selva baja caducifolia presente en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca y en el predio donde se ubica el proyecto.

[2] Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York

Tipo de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante

El fenómeno de sucesión ecológica puede determinar si la estructura de la vegetación es primaria o secundaria, ya que modifica la composición y la capacidad de regeneración de las comunidades vegetales. Se considera que la estructura de la vegetación arbórea primaria y arbórea secundaria, conforman los macizos forestales de los municipios involucrados, los cuales presentan mayor cobertura, disturbios mínimos y una alta capacidad de resiliencia, manteniendo el equilibrio ecológico del ecosistema. La vegetación secundaria arbustiva y herbácea permite observar va ríos procesos sucesionales, entre ellos el recambio de especies y la intensidad de perturbación y fragmentación. A pesar de lo anterior, la vegetación de estos estados sucesionales es plenamente funcional, ya que se conserva un porcentaje importante de su estructura original.

Se sabe que cuando no hay remoción de la vegetación ni del suelo, estos pueden actuar como importantes reservorios de carbono y materia orgánica, lo que evidencia la contribución en los servicios ambientales. De estas, la vegetación secundaria arbustiva es la mejor representada en todos los tipos de vegetación.

Según Rzedowski (1978), la zona en estudio pertenece a la Provincia Florística de la Altiplanicie, que se incluye en la Región Xerofítica Mexicana, y la vegetación predominante es el matorral xerófito, con zonas de pastizal y bosque espinoso. Zamudio et al. (1992) señalan que la vegetación dominante es el matorral crasicaule circundado por relictos de bosque tropical caducifolio, sobre todo en las zonas montañosas que han conservado mejor su vegetación nativa. Baltazar et al. (2004) y Hernández et al. (2000) ya habían trabajado esta zona de Querétaro a mayor detalle y encontraron bosque tropical caducifolio, matorral subtropical, matorral crasicaule, bosque de encinos, pastizal y vegetación acuática.

De acuerdo a la información consultada, sabemos que originalmente la vegetación en la zona estaba definida en gran parte por el relieve. En los bajíos con suelos profundos y presencia de agua subterránea, la vegetación dominante fue de Mezquital (bosque con dominancia de elementos de *Prosopis*); en las llanuras con presencia de tepetates y pedregosidad, matorrales en los que el mezquite se alternaba con otras leguminosas, cactáceas, agaves y otras especies arbustivas y herbáceas propias de los matorrales xerófitos. Probablemente había algunas áreas de pastizal asociadas a estos últimos.

En las zonas con pendiente moderada o fuerte se da una gradación que iba desde los matorrales con dominancia de cactáceas (alrededor de los 1800-1850 msnm) hasta los bosques de encinos (árboles del género Quercus) arriba de los 2100 m de altitud, pasando por una asociación que algunos especialistas han llamado matorral subtropical, que se encuentra en amplias zonas con pendiente moderada o fuerte, en altitudes intermedias y terrenos con suelos someros, que presenta elementos de los matorrales xerófitos alterados con arbustos típicos de algunas selvas bajas, como el casahuate, del género *Ipomoea*, copalillo (*Bursera sp*) y tepeguaje (*Lysiloma sp*). Entre las cactáceas presentes en estos matorrales encontramos Opuntias de varias especies y el prominente garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) que otro autores consideran una variante del matorral crasicaule y aun otros investigadores han clasificado como selva baja caducifolia, entre ellos la clasificación del INEGI, serie VII (2022).

A lo largo del desarrollo de este trabajo se muestreó la vegetación por el método de Gentry (Phillips y Miller 2001) en todas las zonas provistas de vegetación nativa. A continuación se describen incluyendo las especies leñosas que resultaron dominantes en los muestreos.

Para realizar esta determinación, se recorrieron, fotografiaron e identificaron los diversos tipos de uso de suelo y vegetación natural, cultivada o inducida en recorridos preliminares de campo. Se identificaron las especies dominantes y las más indicativas de los tipos de vegetación existentes; se cotejaron con la serie VII del INEGI 2022.

Cabe señalar que se le dedico especial atención a las variantes de los matorrales para evaluar las diferencias entre los llamados matorrales subtropical (selva baja caducifolia).

El tipo de vegetación identificado para este estudio en base a la clasificación de la serie VII del INEGI 2022 es de **selva baja caducifolia (SBC) o (matorral subtropical) y Bosque de galería (BG**), los cuales se describen a continuación:

1. Selva baja caducifolia (SBC) o matorral subtropical

La selva baja caducifolia constituye el ecosistema terrestre más complejo del área. Este tipo de vegetación es quizás la de mayor biodiversidad de la Zona en estudio y reviste una gran importancia. Esta asociación se caracteriza por la abundancia de la leguminosa *Lysiloma sp*. Al igual que el matorral espinoso, esta comunidad vegetal es importante sirviendo como refugio y alimento para la fauna silvestre que aún existe. Se le ha llegado a llamar matorral subtropical y cuando hay sobrepastoreo tiene fisionomía de un matorral espinoso.

Esta comunidad está dominada por árboles bajos de entre 4 y 12 m que pierden sus hojas en la época de secas y que se mantienen así entre 6 y 7 meses. Entre las especies dominantes, muchas tienen cortezas exfoliantes de colores vivos o claros, y varios árboles ramifican cerca de la base. Después de la época de lluvias se desarrollan las hojas, que son de color verde claro brillante generando un contraste entre sequía y lluvias muy fuerte en el paisaje. El bosque se establece en suelos someros, bien drenados y derivados de rocas ígneas en zonas de climas cálidos subhúmedos o semisecos, entre los 500 y 1800 m de altitud (Zamudio et al., 1992).

Según la clasificación de Jerzy Rzedowski (1978), denomino esta zona como de matorral subtropical de tipo inerme o espinoso, con estrato arbustivo más alto de alrededor de los 4 m, en el que dominan las especies no espinosas, algunas de ellas de las selvas secas, se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia y los bosques templados y sus principales componentes son: los árboles de *Senna polyantha* (tepehuaje), *Bursera fagaroides* (xixote), *B. palmeri* (copal), *Lysiloma sp*, *Ipomoea murucoides* (palo bobo), *Eysenhardtia polystachya (*palo dulce). Los individuos de Ceiba aesculifolia (ceiba, pochote) y *Cederella dugesii* (nogal cimarrón) son menos abundantes, pero también forman parte del estrato superior de esta vegetación. Las crasicaules de gran porte con coberturas importantes en esta vegetación son *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Stenocereus queretaroensis* (pitayo) y *Stenocereus griseus* Entre los arbustos abundantes están *Crotón ciliato-glandulifer* (palillo), *Jatropha dioica* (sangre de grado), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Zaluzania augusta* (limpia tuna, cenicilla). Después de lluvias se desarrollan abundantemente especies herbáceas como *Hybanthus attenuatus, Rivinia* humuilis (coral) y *Dioscorea militaris* (camote de cerro). Los helechos son escasos y son más bien de afinidades xerófitas, sobre todo *Cheilanthes* y *Pellaea.*

Se desarrolla en laderas o zonas planas de cultivos abandonados, generalmente dominado por arbustos de poca altura, entre 4 y 5 m, entre las cuales se encuentran especies de zonas alteradas, como *Ipomoea murucoides* (palo bobo), *Schinus molle* (pirul), y *Celtis pallida* (granjeno). Varias de estas especies son árboles, pero en estas zonas se mantienen en un porte arbustivo.

Se le ha considerado como un etapa sucesional de selva baja caducifolia, alterada y de alta resiliencia, provocada desde tiempo atrás por la influencia de la actividad pecuaria y tala de ciertos elementos.

Esta comunidad vegetal se conforma por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la selva baja caducifolia y los bosques templados (de encino o pino-encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas.La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un período prolongado del año. Los principales componentes son: *Ipomoea spp*. (Cazahuates), *Bursera spp*. (copales, papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Acacia pennatula* (tepame), *Forestiera sp*. (acebuche), *Erythina spp*. (colorín), etcétera.

Este tipo de vegetación o comunidad representan un estado sucesional de la selva baja caducifolia, han sido reclasificados como vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Este tipo de matorral representa una etapa de disturbio del bosque tropical caducifolio que puede cambiar hacia otros tipos de vegetación dependiendo del tiempo y el manejo (Carranza 2001).



Foto IV.1. Condición general de la selva baja caducifolia

Solo la **selva baja (subtropical)**, con diversos grados de alteración por la recolección de frutos, leña y la ganadería extensiva, se conservan en áreas de pendientes moderadas y fuertes, asociadas con frecuencia a pastizales inducidos.

La mayor fuente de cambios en el uso de suelo, provienen sin duda del crecimiento de las zonas urbanas y parques industriales alrededor de estas, otro cambio de importancia lo representa el abandono de las actividades agrícolas de temporal en zonas de pendiente moderada, particularmente en lomas y laderas. En estos casos se ésta dando un proceso en el que pastos y algunos arbustos propios del matorral se han vuelto a propagar por dichas zonas.

2. Bosque de galería

Los bosques de galería son comunidades forestales complejas y frágiles que cumplen un papel fundamental en términos ecológicos, hidrológicos y de biodiversidad para la conservación de la vitalidad del paisaje y los ríos. Este tipo de ecosistema provee servicios ecosistémicos, que incluyen la estabilización de bancos y la protección de la calidad del agua, el apoyo a la cadena alimentaria, control de inundaciones y el hábitat de peces y vida silvestre. Siendo un ecosistema que juega un papel decisivo en el bienestar y la sostenibilidad del ambiente.

La fisonomía y estructura de los bosque de galería es muy heterogénea, en comparación con otros tipos de vegetación circundantes, debido a que incluyen varios estratos verticales de plantas que forman espesura, o bien está constituida sólo por árboles muy espaciados, cuyas alturas varían de cuatro a 40 m. Por otro lado, los patrones de distribución de las especies a nivel local están relacionados con la topografía, tal es el caso de la elevación sobre el cauce del arroyo que contribuye a la existencia de interacciones favorables de microclima y alta humedad.

La evaluación de la estructura y condición de los bosques de galería requieren de información detallada de la riqueza, abundancia, diversidad ecológica de los árboles y de la vegetación del sotobosque para generar estrategias de manejo que garanticen asegurar la provisión de los servicios ambientales. Cabe señalar que en este tipo de vegetación se han evaluado múltiples perspectivas científicas y aplicadas, como la hidrología, el manejo forestal, los usos de suelo, la biología, la geografía, la teledetección, la gestión y la restauración. Por lo tanto, la generación del conocimiento proporciona herramientas importantes para una amplia gama de campos y disciplinas.

Sin embargo, la vegetación ribereña está bajo una presión significativa de una variedad de actividades antropogénicas, como la alteración del régimen de perturbación, la regulación del caudal por represas, la contaminación, el cambio de uso del suelo, la extracción de madera, el desvío de agua, la minería, la deforestación y las especies invasoras.

A lo largo de los márgenes de los cauces, la delimitación de los bosques de galería aporta múltiples servicios ecológicos, por ejemplo, su disposición vertical en capas de vegetación es primordial para mantener la calidad del agua, amortiguar los procesos de sedimentación de los lechos de los ríos, y proporcionar protección contra la erosión de los suelos, además proveen de hábitat a la fauna silvestre.

Estos ecosistemas son franjas de vegetación frondosa que crecen a orillas de ríos, arroyos y canales, formando túneles vegetales que siguen el cauce, similares a un museo o galería. Actúan como filtros para proteger el agua de la contaminación agrícola, evitan la erosión y mejoran la calidad de los suelos. Son refugios de biodiversidad que regulan la temperatura y funcionan como corredores biológicos. Aunque el área de El Marqués presenta un entorno con sierras, lomeríos y valles, la humedad de sus corrientes de agua

permite el desarrollo de esta vegetación especial. Son hábitat para diversas especies de fauna, especialmente aves y fauna local típica.

En particular el proyecto cruzará sobre el **Río Querétaro, el cual e**s la corriente más emblemática que atraviesa el municipio, particularmente por la zona de **La Cañada.**



Foto IV.2. Condición general del bosque de galería

Estado de conservación del o los tipos de vegetación

Según la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación serie VI del INEGI, señala lo siguiente:

Desarrollo de la vegetación

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

- Vegetación primaria: es aquella en la que la vegetación no presenta alteración.
- Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

Fase de la vegetación secundaria

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

Por lo antes señalado el tipo de vegetación del área de la CHF el desarrollo de esta comunidad sería de vegetación secundaria y la fase de la vegetación secundaria seria de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Sin embargo, el estado de conservación de la vegetación no lo determina INEGI, este indicador ésta determinado en los criterios técnicos de la propia CONAFOR, y los clasifica de la siguiente manera:

Para referirse a alguno de los siguientes estatus o estado de conservación de flora o vegetación, (CONAFOR):

1. Vegetación secundaria en proceso de degradación,
2. Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación,
3. Vegetación primaria en proceso de degradación,
4. Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación

Y en base a este criterio o estatus el área de la CHF del proyecto se clasificaría como Vegetación secundaria en proceso de degradación.

- Composición florística

Durante los muestreos de campo se registraron las especies florísticas, tanto del área del proyecto y de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), (tabla IV.74 y 75).

Tabla IV.74. Composición de la vegetación de selva baja caducifolia y estatus de protección.

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA EN SISTEMA AMBIENTAL	PRESENCIA PREDIO CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	X	X
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	X	X
3	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	X	X
4	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	X	X
5	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	X	X
6	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	X	X
7	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate	X	
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	X	X
9	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	X	X
10	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	X	X
11	*Schinus molle* L.	Pirul	X	
12	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	X	X
13	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	X	X
14	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	X	X
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	X	X
2	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	X	X
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	X	

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA EN SISTEMA AMBIENTAL	PRESENCIA PREDIO CUSTF
4	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	X	X
5	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	X	X
6	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	X	X
7	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	X	X
8	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	X	X
9	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	X	X
10	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	X	X
11	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	X	X
12	*Lantana hirta* Graham	Cinco negritos	X	
13	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	X	X
14	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	X	X
15	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	X	X
16	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	X	X
17	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	X	X
18	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Tronador	X	
19	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	X	X
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	X	X
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	X	X
2	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	X	X
3	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	X	X
4	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	X	X
5	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	X	X
6	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	X	X
7	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	X	X
8	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina* (Trel.) Gentry	Maguey	X	X
9	*Aloe vera* L.	Sabila	X	X
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Abutilon dugesii* S.Watson	Farolito	X	
2	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Pasto tres barbas	X	X

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA EN SISTEMA AMBIENTAL	PRESENCIA PREDIO CUSTF
3	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	X	X
4	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Amor de viejo	X	
5	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch.	Zacate apesto	X	
6	*Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violeta verde	X	
7	*Panicum fasciculatum* Sw	Zacate guinea	X	X
8	*Rivinia humilis* L.	Coralillo	X	
9	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahualillo	X	X
10	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Diente de León	X	
11	*Tetramerium nervosum* Ness.	Olotillo	X	
12	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Mal de Ojo	X	X
13	*Crotalaria sagittalis* L.	Sonaja	X	X
14	*Waltheria indica* L.	Tapacola	X	X

Tabla IV.75. Composición de la vegetación del bosque de galería y estatus de protección.

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA EN SISTEMA AMBIENTAL	PRESENCIA PREDIO CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	X	
2	*Schinus molle* L.	Pirul	X	X
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Celtis caudata* Planch.	Capulincillo	X	
2	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	X	X
3	*Ricinus communis* L	Higuerilla	X	
4	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Jara blanca	X	X
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1				
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl.	Coquitos	X	
2	*Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry	Jaltomatillo	X	X
3	*Eclipta prostrata* (L.) L	Hierba de tajo	X	

Especies vegetales bajo régimen de protección legal dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), y dentro del proyecto en estudio.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y del proyecto en estudio sujeto a CUSTF, Si existen o si se registran especies durante los muestreos, especies en alguna categoría establecida en dicha norma oficial, en la cuenca o sistema ambiental y dentro área del proyecto.

No	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Coryphantha radians*	Biznaga	Amenazada

Determinación de los Valores de Importancia de la vegetación

Con el propósito de clasificar la cubierta vegetal existente en el área de estudio, se procedió a efectuar recorridos de gran visión, logrando reconocer el o los tipos de vegetación tomando en cuenta los atributos de fisonomía, estructura y fenología de acuerdo con González (2004). Posteriormente, dentro de cada una de las unidades de vegetación señaladas anteriormente, se procedió a ubicar sitios y parcelas de muestreo en los que se inventariaron los elementos de flora utilizando el método de barrido florístico, herborizando y siguiendo técnicas ordinarias, para su posterior identificación (Lot y Chiang, 1986). De igual manera, en estos sitios se hicieron muestreos ecológicos cuantitativos dentro del estrato arbustivo en parcelas, habiéndose contado el número de individuos de cada especie, además de registrar los valores de diámetro y altura. Con estos datos se calcularon los valores absolutos de la densidad, dominancia y frecuencia, así como los valores relativos y el valor de importancia (Krebs, 1999; Mueller–Dombois y Ellenberg, 1974; Ramírez, 2006). La denominación de asociaciones vegetales se efectuó tomando en cuenta los valores de importancia obtenidos en el muestreo ecológico cuantitativo y su composición florística, siendo más detallada la información a este nivel jerárquico debido a que ésta es la unidad básica en la aplicación de gestión de recursos naturales.

El inventario para la evaluación de la vegetación presente dentro del proyectoen estudio, definida en puntos anteriores se llevó a cabo mediante un muestreo de sitios de dimensiones fijas. Una vez en campo, se localizó mediante GPS (Geoposisionador Satelital) la localización exacta de los extremos del proyecto en estudio y se procedió a obtener la información; básicamente toda la vegetación perenne y anual presente fueron contabilizadas y agrupadas por especie. La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de guías de campo, aquellas cuya identificación no se concreto en el sitio, fueron colectadas para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada.

Mediciones de campo.

La información recabada en campo se agrupó en dos clases, la ecológica y la de control. En la primera se capta información de las caracteristicas generales como son: especies presentes en el sitio, usos de la vegetación, altura sobre el nivel del mar, pendiente general, exposiciones y tipo de erosión presente. En el otro tipo de datos, se anota

información referente a la ubicación geográfica del proyecto como es: entidad, carta de INEGI que formó la información y fecha de realización del muestreo.

Dado que el presente estudio requiere realizar una valoración especifica de las condiciones ambientales existentes en el proyecto en estudio, primeramente, se realizó un análisis preliminar, a través de una visita al sitio del proyecto en estudio, con el fin de obtener la información sobre la superficie a afectarse (tipo de vegetación, especies, tamaño, topoformas del terreno, etc.) y que sirvieran de base para la planeación y ejecución de los trabajos.

En la superficie forestal se levantó información dasométrica. Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, donde se tomaron datos de altura y cobertura de los individuos presentes, sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó (pendiente, porcentaje de materia orgánica, rocosidad y observaciones en general),complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

Con la información recabada durante el muestreo de vegetación, se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies localizadas dentro del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizaron las siguientes fórmulas:

1. Densidad (d).- Se refiere al Número de individuos por unidad de Área.

$$d = \Sigma i$$

Dónde:
d= Densidad
Σi =Sumatoria del total de los individuos de cada especie.

2. Densidad relativa (dr).- Es el porcentaje del número de individuos por unidad de área.

Se obtiene a partir de la densidad por especie dividido entre el número total de las especies por unidad de área y multiplicado por 100.

$$dr = \frac{N}{T} \times 100$$

Dónde:

N = Número de individuos de cada especie

T = Total de individuos

3. Frecuencia Absoluta (F). Se refiere al Número de veces que aparece una especie en cada muestreo entre el Número total de muestreos.

$$F = \frac{Po}{NPo}$$

Dónde:

Po = Número de puntos de ocurrencia de la especie

Npo = Número total de puntos

4. Frecuencia relativa (Fr).- Es el porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos.

$$Fr = \frac{F}{\Sigma F} \times 100$$

Dónde:

F = Frecuencia absoluta

ΣF =Sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Los valores del área basal o cobertura aérea para todos los individuos de cada especie fueron sumados y divididos entre el número total de la misma especie, para obtener los valores promedio de dominancia de las distintas especies.

Dominancia = Densidad de una especie x Valor promedio de dominancia de la especie.

Dominancia (Do):

$$Do = \frac{Ap}{Am} \times \Sigma nt$$

Dónde:
Do = Ap x Σnt Am
Ap = Área promedio cubierta o área basal de cada especie
Am = Área muestreada
Ni = Número de individuos por especie

Dominancia relativa (Dor):

$$Dor = \frac{Ae}{At} \times 100$$

Dónde:
Ae = Área cubierta o área basal de cada especie
At = Área total de todas las especies.

Finalmente, se obtuvo el Valor de Importancia y el Índice de Dominancia Relativa por especie con la sumatoria de los valores de cada uno de los atributos ecológicos.

Valor (Índice) de importancia

$$(IVI) = dr + Fr + Dor/3$$

Dónde:
dr = Densidad Relativa.
Fr = Frecuencia relativa.
Dor = Dominancia Relativa.

Índice de Dominancia Relativa

$$(lnDor)\ lnDor = (dr + Dor) / 2$$

Dónde:

dr = Densidad Relativa

Dor = Dominancia relativa

Con los datos obtenidos en los sitios de muestreo se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación.

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} Pi\ (LN\ Pi)$$

Dónde:

Pi = Proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/N
N= Número total de individuos

Índice de Equidad de Pielou (J')

$$J = \frac{H'}{LN\ S}$$

Dónde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría, si la distribución de las abundancias de las especies, en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

Índices de Valor de importancia.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de las especies en la superficie del bosque o selva. Esta estructura puede evaluar sea través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) (Krebs, 1989); esta característica de la comunidad vegetal se relaciona con la distribución de los diámetros y el área basal de los árboles de

una población y los patrones de distribución de las especies. Dicho valor es importante ya que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada asociación, mejor que cualquiera de los parámetros evaluados en forma individual.

Para determinar el valor de importancia de cada asociación vegetal los parámetros utilizados fueron densidad, dominancia y frecuencia en cada estrato de vegetación forestal presente dentro del proyecto en estudio.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad.

El índice de diversidad Shannon-Wiener (H') mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S; es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n1 individuos de especie 1, n 2 de especie 2,... y nS individuos de la especie S (Greig-Smith, 1983; Hill, 1973). El valor de este índice aumenta a medida que 1) aumenta la riqueza de especies, y 2) la cantidad de individuos de cada especie tiene a ser similar.

También puede considerar sea la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie.

La diversidad máxima (H') se puede calcular fácilmente como H' = LN S, donde S representa el número de especies de la población. Por esta razón, se hace evidente que H' no aumenta linealmente con la riqueza (cantidad de especies), sino que lo hace rápidamente pero luego se "satura" y crece lentamente, por lo que el índice H es sensible a bajas riquezas.

Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña.

Otra variable es la equitabilidad, la cual mide abundancia de todas las especies en una muestra, en donde el valor máximo se presenta cuando hay la misma abundancia y decrece tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos homogéneas (equitativas).

Valores de Importancia de la vegetación y parámetros bióticos y estimación del índice de Diversidad y Equidad por especie del tipo (s) de vegetación.

Unidad de análisis o cuenca hidrológica forestal (CHF) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)

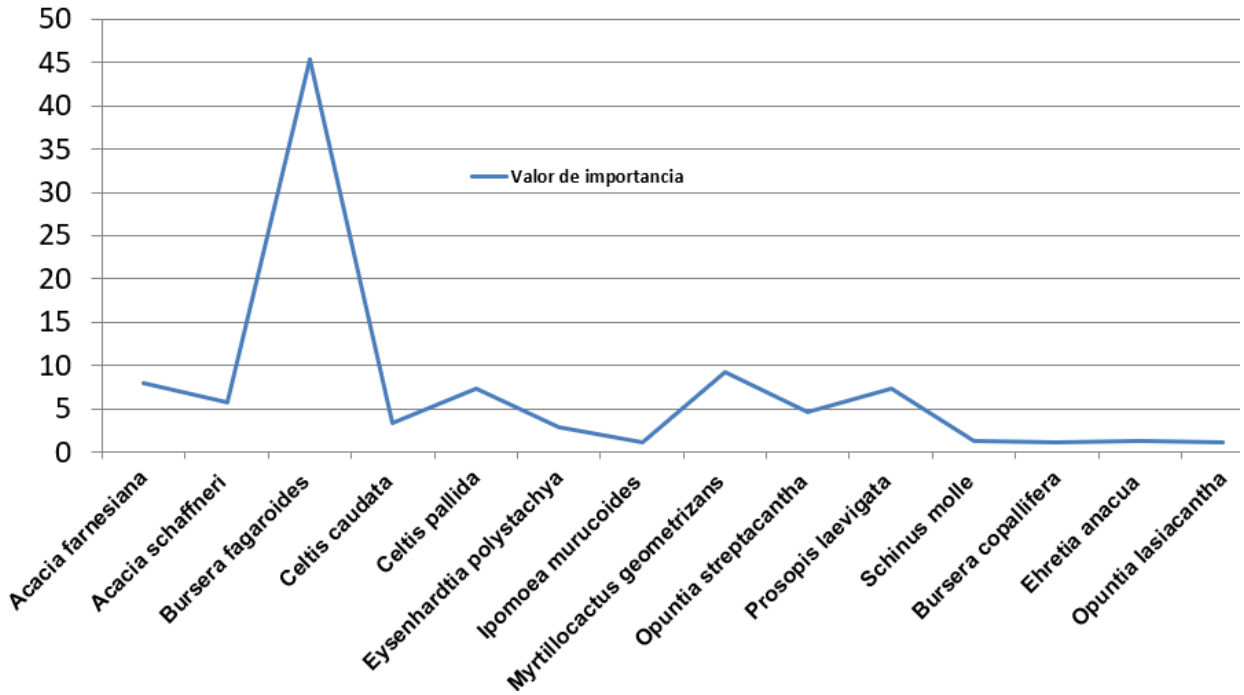
Selva baja caducifolia (estrato arbóreo):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 62.13%, le sigue la "*Prosopis laevigata*" con el 8.11% y la "*Celtis pallida*" con el 6.65%, que juntas tienen una importancia por encima del **76.89%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

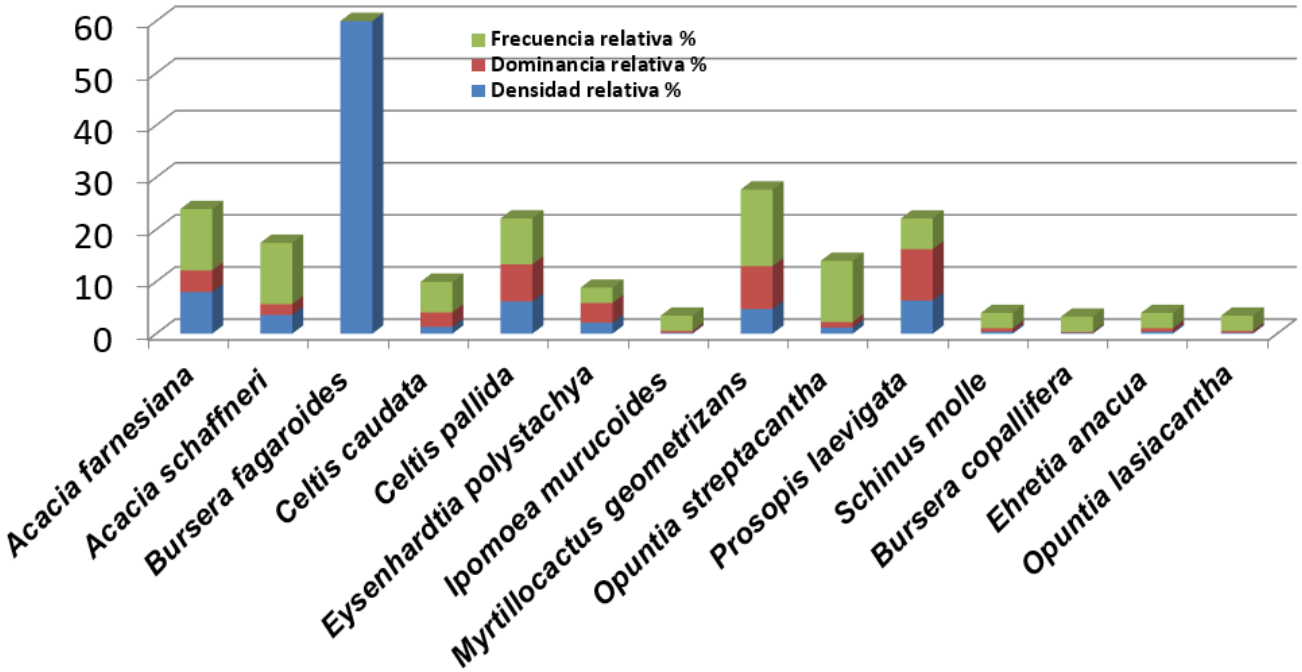
Tabla IV.76. Parámetros bióticos del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Acacia farnesiana*	Huizache	196	7.97	4.17	11.76	7.97	6.07
2	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	88	3.58	2.08	11.76	5.81	2.83
3	*Bursera fagaroides*	Copal	1612	65.53	58.72	11.76	45.34	62.13
4	*Celtis caudata*	Palo blanco	32	1.30	2.76	5.88	3.31	2.03
5	*Celtis pallida*	Granjeno	152	6.18	7.11	8.82	7.37	6.65
6	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	52	2.11	3.77	2.94	2.94	2.94
7	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate	4	0.16	0.34	2.94	1.15	0.25
8	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	116	4.72	8.22	14.71	9.21	6.47
9	*Opuntia streptacantha*	Nopal tapón	28	1.14	1.07	11.76	4.66	1.11
10	*Prosopis laevigata*	Mezquite	156	6.34	9.87	5.88	7.37	8.11

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
11	*Schinus molle*	Pirul	8	0.33	0.69	2.94	1.32	0.51
12	*Bursera copallifera*	Copal blanco	4	0.16	0.15	2.94	1.09	0.16
13	*Ehretia anacua*	Anacua	8	0.33	0.69	2.94	1.32	0.51
14	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	4	0.16	0.34	2.94	1.15	0.25
	TOTAL		**2460**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.7. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.



Grafica IV.8. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.27698), *Acacia farnesiana* (0.20156) y *Prosopis laevigata* (0.1749); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron el *Ipomoea murucoides*, *Bursera copallifera* y *Opuntia lasiacantha* con un valor de 0.01044, cada una.

Tabla IV.77. Índice de Diversidad de especies arbóreas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Acacia farnesiana*	Huizache	49	196	0.20156
2	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	22	88	0.11914
3	*Bursera fagaroides*	Copal	403	1612	0.27698
4	*Celtis caudata*	Palo blanco	8	32	0.05648
5	*Celtis pallida*	Granjeno	38	152	0.17202
6	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	13	52	0.08152
7	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate	1	4	0.01044

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
8	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	29	116	0.14403
9	*Opuntia streptacantha*	Nopal tapón	7	28	0.05094
10	*Prosopis laevigata*	Mezquite	39	156	0.17490
11	*Schinus molle*	Pirul	2	8	0.01863
12	*Bursera copallifera*	Copal blanco	1	4	0.01044
13	*Ehretia anacua*	Anacua	2	8	0.01863
14	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	1	4	0.01044
		TOTAL	**615**	**2460** **Σni=N**	**1.3462** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**14**
Resultado: H' =	**1.3462**
Resultado: J' =	**0.5101**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

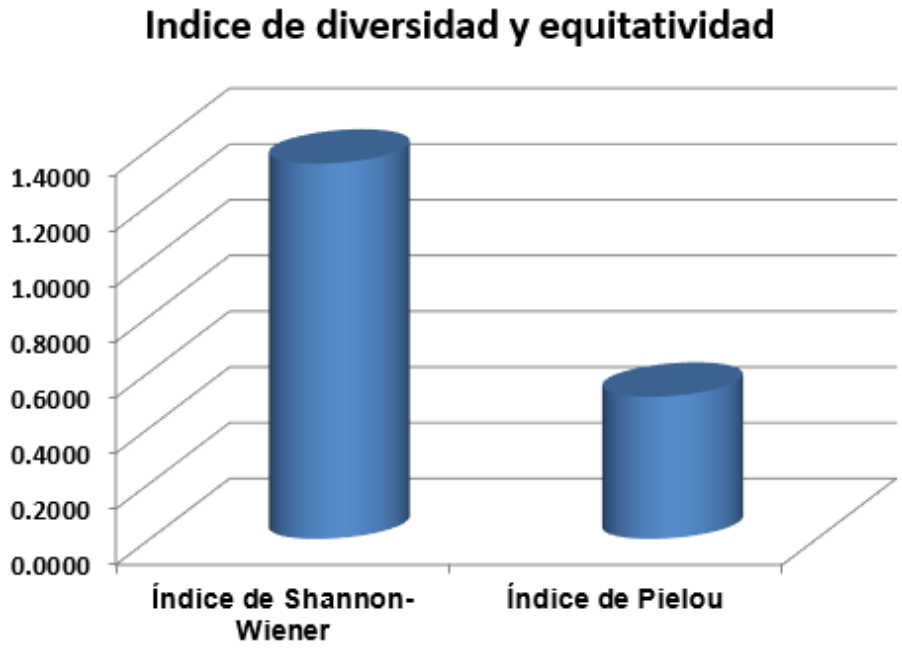
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

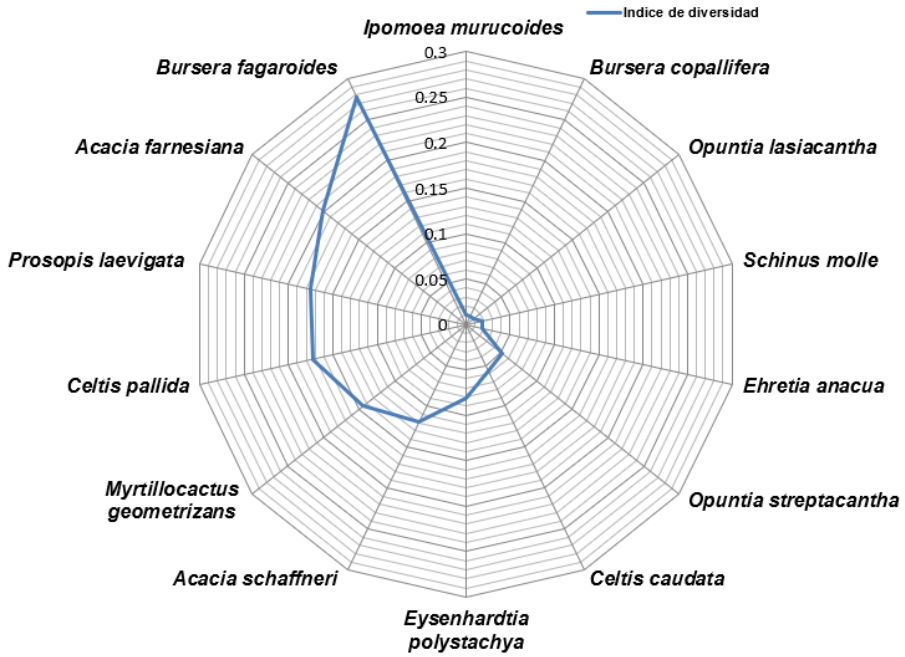
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 1.3462 **LNS= 2.6391** **J= 0.5101**

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.9. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



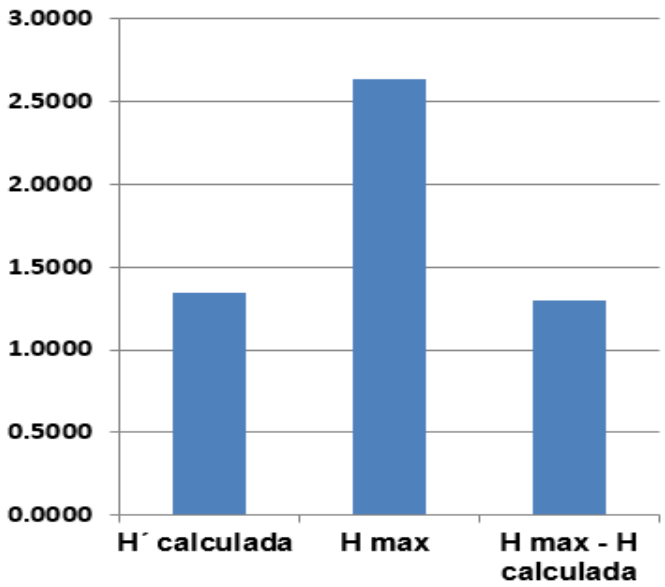
Grafica IV.10. Muestra los valores de diversidad del estrato arbóreo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBÓREO	
H´ calculada	**1.3462**
H max	**2.6391**
H max - H calculada	**1.2929**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.5101**
Riqueza S =	**14**



El estrato arbóreo de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5101**. La máxima

diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.3462**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

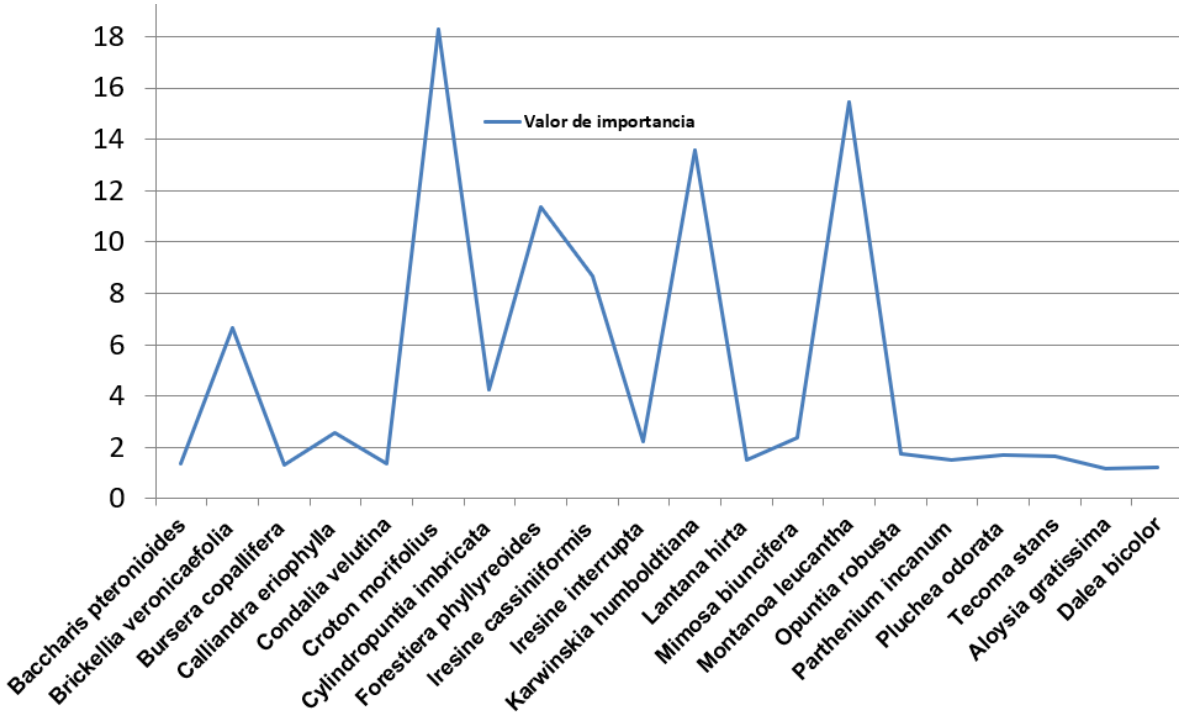
El resultado señala que el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **76.89%.**

Selva baja caducifolia (estrato arbustivo):

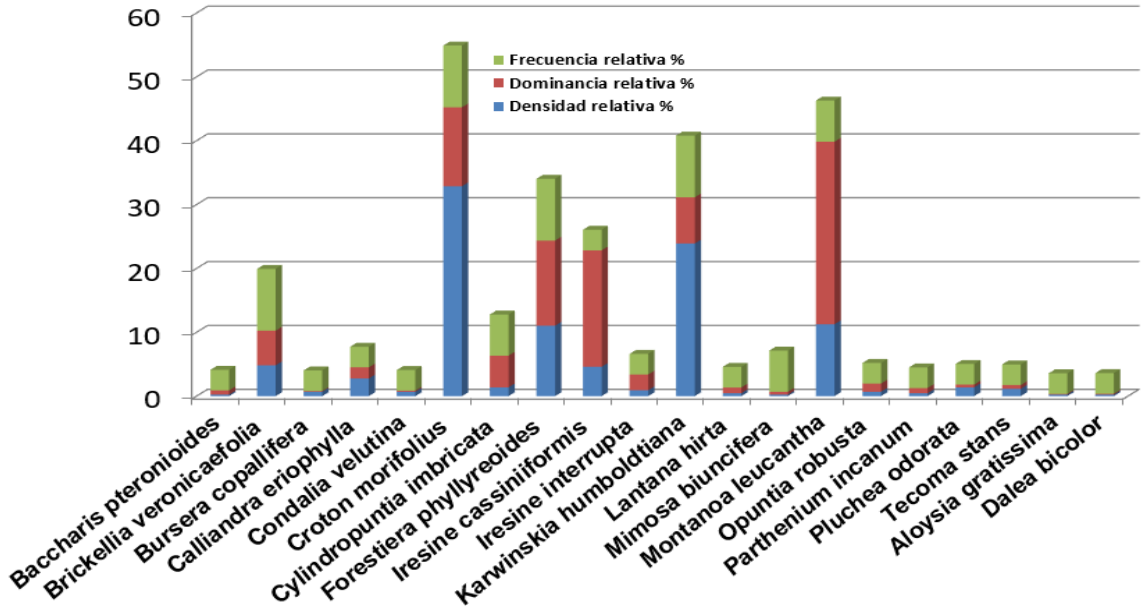
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Croton morifolius*" la cual registra un 22.62%, le sigue la "*Montanoa leucantha*" con el 19.92% y la "*Karwinskia humboldtiana*" con el 15.56%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.10%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.78. Parámetros bióticos del estrato arbustivo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Baccharis pteronioides*	Caratacua	1	0.23	0.67	3.23	1.37	0.45
2	*Brickellia veronicaefolia*	Peisto	21	4.83	5.42	9.68	6.64	5.12
3	*Bursera copallifera*	Copal blanco	3	0.69	0.11	3.23	1.34	0.40
4	*Calliandra eriophylla*	Viejo o carrasquilla	12	2.76	1.75	3.23	2.58	2.25
5	*Condalia velutina*	Pico de pajaro	3	0.69	0.17	3.23	1.36	0.43
6	*Croton morifolius*	Palillo	143	32.87	12.36	9.68	18.30	22.62
7	*Cylindropuntia imbricata*	Cholla	6	1.38	4.96	6.45	4.26	3.17
8	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	48	11.03	13.33	9.68	11.35	12.18
9	*Iresine cassiniiformis*	Pie de paloma	20	4.60	18.23	3.23	8.68	11.41
10	*Iresine interrupta*	Tianguis	4	0.92	2.47	3.23	2.21	1.70
11	*Karwinskia humboldtiana*	Coyotillo o tullidora	104	23.91	7.22	9.68	13.60	15.56
12	*Lantana hirta*	Cinco negritos	2	0.46	0.90	3.23	1.53	0.68
13	*Mimosa biuncifera*	Garruño	1	0.23	0.46	6.45	2.38	0.35
14	*Montanoa leucantha*	Talacao	49	11.26	28.58	6.45	15.43	19.92
15	*Opuntia robusta*	Nopal robusta	3	0.69	1.28	3.23	1.73	0.98
16	*Parthenium incanum*	Chamiso	2	0.46	0.81	3.23	1.50	0.64
17	*Pluchea odorata*	Hierba del Ángel	6	1.38	0.43	3.23	1.68	0.90
18	*Tecoma stans*	Tronador	5	1.15	0.59	3.23	1.66	0.87
19	*Aloysia gratissima*	Cedrón de monte	1	0.23	0.12	3.23	1.19	0.17
20	*Dalea bicolor*	Engordacabra	1	0.23	0.15	3.23	1.20	0.19
	TOTAL		**435**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.11. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



Grafica IV.12. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.3657), *Karwinskia humboldtiana* (0.34207) y *Montanoa leucantha* (0.24591); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Mimosa biuncifera*, *Mimosa biuncifera* y *Dalea bicolor* cada uno con un valor de 0.01396.

Tabla IV.79. Índice de Diversidad de especies arbustivas de la selva baja caducifolia

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Baccharis pteronioides*	Caratacua	1	3	0.01588
2	*Brickellia veronicaefolia*	Peisto	21	60	0.14628
3	*Bursera copallifera*	Copal blanco	3	9	0.03431
4	*Calliandra eriophylla*	Viejo o carrasquilla	12	34	0.09902
5	*Condalia velutina*	Pico de pajaro	3	9	0.03431
6	*Croton morifolius*	Palillo	143	409	0.36570
7	*Cylindropuntia imbricata*	Cholla	6	17	0.05907
8	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	48	137	0.24317
9	*Iresine cassiniiformis*	Pie de paloma	20	57	0.14155
10	*Iresine interrupta*	Tianguis	4	11	0.04310
11	*Karwinskia humboldtiana*	Coyotillo o tullidora	104	297	0.34207
12	*Lantana hirta*	Cinco negritos	2	6	0.02474
13	*Mimosa biuncifera*	Garruño	1	3	0.01396
14	*Montanoa leucantha*	Talacao	49	140	0.24591
15	*Opuntia robusta*	Nopal robusta	3	9	0.03431
16	*Parthenium incanum*	Chamiso	2	6	0.02474
17	*Pluchea odorata*	Hierba del Ángel	6	17	0.05907
18	*Tecoma stans*	Tronador	5	14	0.05132
19	*Aloysia gratissima*	Cedrón de monte	1	3	0.01396
20	*Dalea bicolor*	Engordacabra	1	3	0.01396
		TOTAL	**435**	**1243** **Σni=N**	**2.0064** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**20**
Resultado: H' =	**2.0064**
Resultado: J' =	**0.6698**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

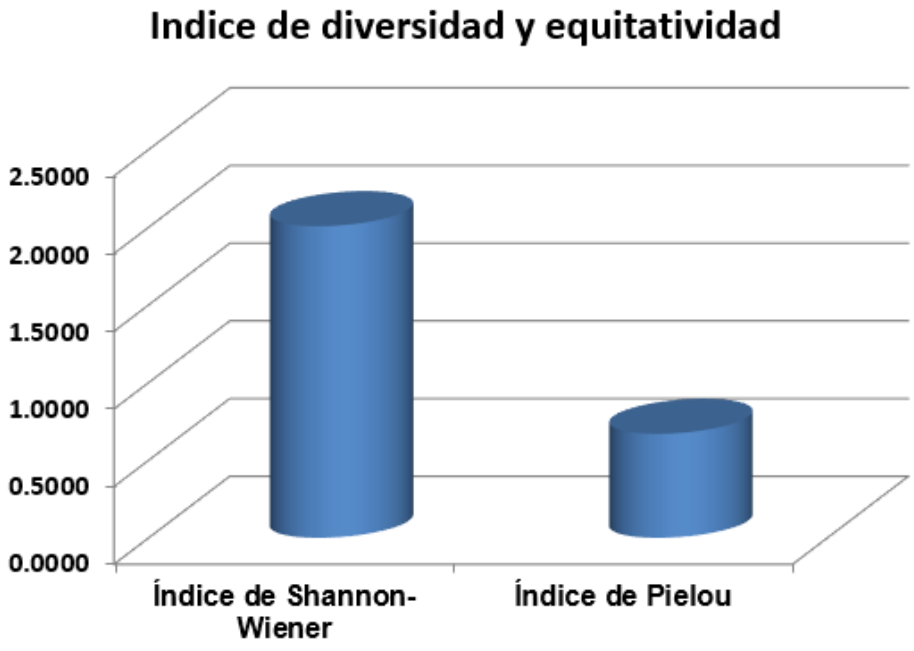
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

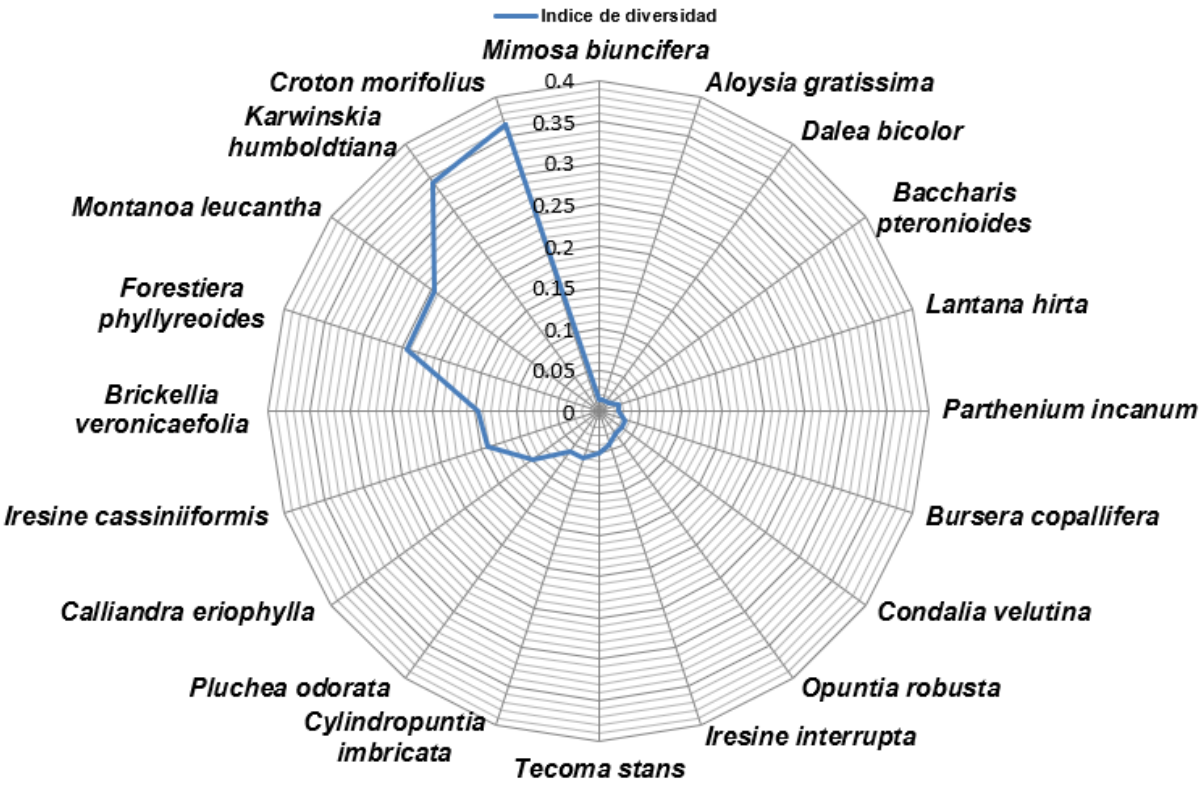
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 2.0064 **LNS= 2.9957** **J= 0.6698**

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.13. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



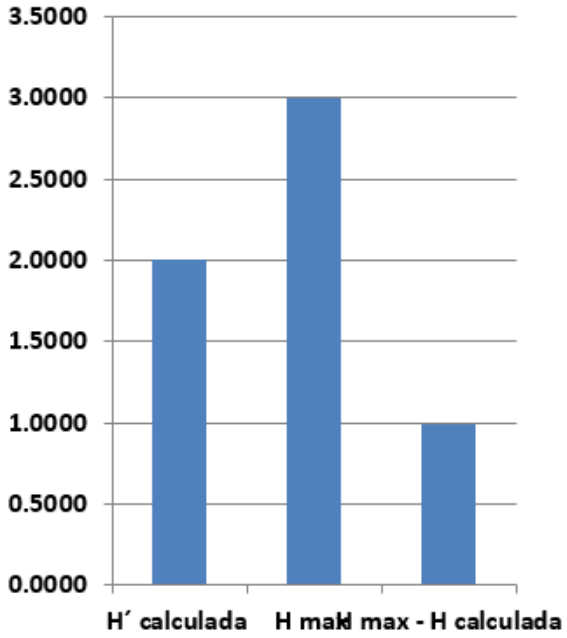
Grafica IV.14. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H´ calculada	**2.0064**
H max	**2.9957**
H max - H calculada	**0.9893**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.6698**
Riqueza S =	**20**



El estrato arbustivo de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **20** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6698**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.9957** y **H´** es de **2.0064**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos

(Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **20** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.10**%.

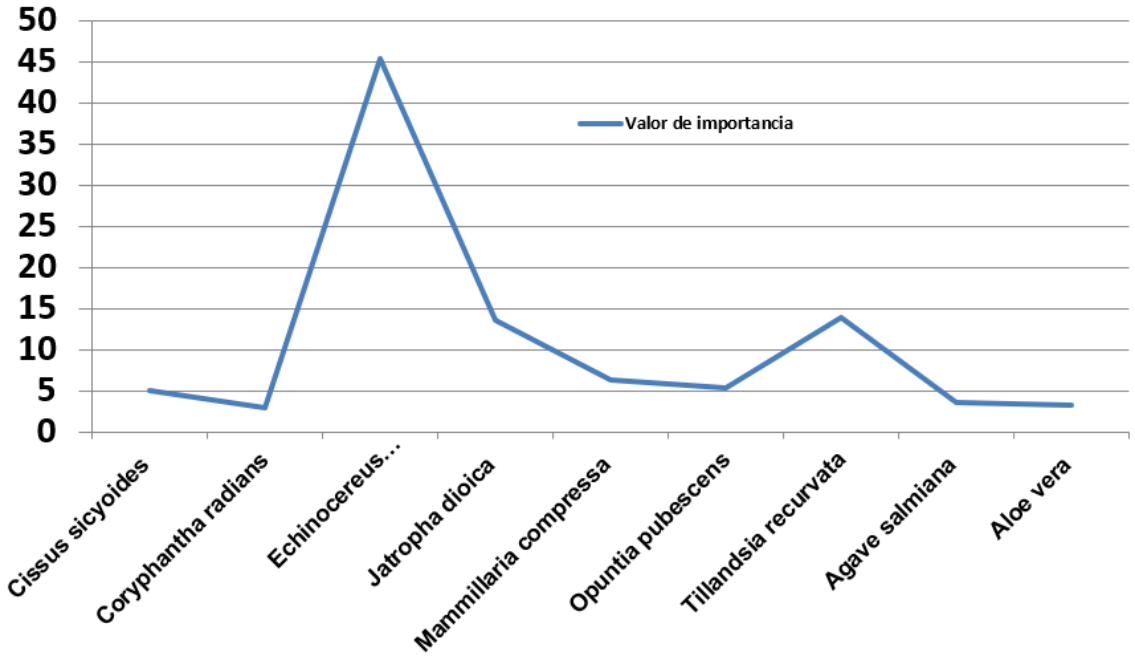
Selva baja caducifolia (Trepadoras, epifitas y suculentas chicas):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Echinocereus cinerascens*" la cual registra un 63.62%, le sigue el *Jatropha dioica* con 16.01% y por último la *Tillandsia recurvata* con el 11.85%, que tiene una importancia por encima del **91.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.80. Parámetros bióticos de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Cissus sicyoides*	Uva de cerro	24	0.16	5.84565	9.09	5.03	3.00
2	*Coryphantha radians*	Biznagita	16	0.11	0.02494	9.09	3.07	0.07
3	*Echinocereus cinerascens*	Pitayito	6900	45.90	81.34224	9.09	45.45	63.62
4	*Jatropha dioica*	Sangregado	4548	30.26	1.77240	9.09	13.71	16.01
5	*Mammillaria compressa*	Biznaga	116	0.77	0.18083	18.18	6.38	0.48
6	*Opuntia pubescens*	Tajazillo	152	1.01	5.92359	9.09	5.34	3.47
7	*Tillandsia recurvata*	Gallito pequeño	3264	21.71	1.98752	18.18	13.96	11.85
8	*Agave salmiana*	Maguey	8	0.05	1.94855	9.09	3.70	1.00

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
9	*Aloe vera*	Sabila	4	0.03	0.97428	9.09	3.36	0.50
	TOTAL		**15032**	**100.00**	**100.00**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.15. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia evaluado.

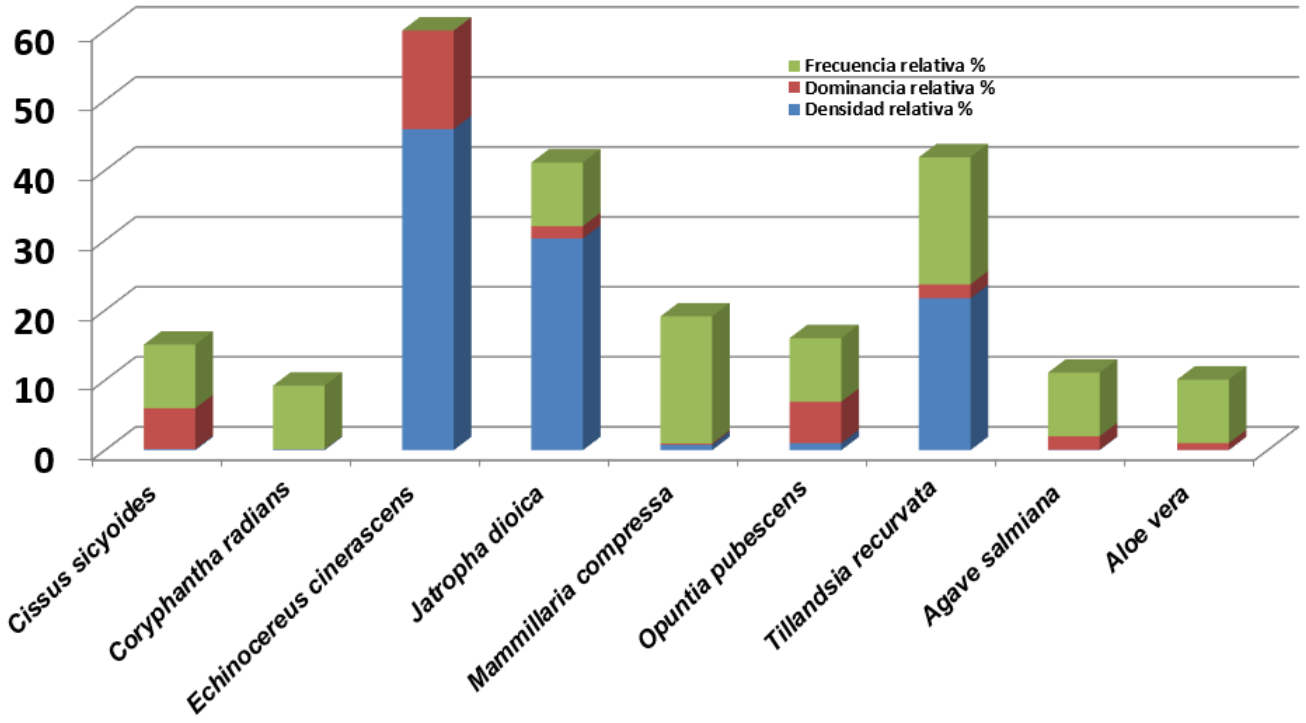


Grafico IV.16. Muestra los valores de densidad, frecuencia y domincia relativa estimados

El índice de diversidad para las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.3617), *Echinocereus cinerascens* (0.35742) y *Tillandsia recurvata* (0.33162); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Aloe vera* con 0.00219, *Agave salmiana* con 0.00401 y *Coryphantha radians* con un valor de 0.00729.

Tabla IV.81. Índice de Diversidad de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind Sitios (5 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Cissus sicyoides*	Uva de cerro	6	24	0.01028
2	*Coryphantha radians*	Biznagita	4	16	0.00729

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind Sitios (5 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
3	*Echinocereus cinerascens*	Pitayito	1725	6900	0.35742
4	*Jatropha dioica*	Sangregado	1137	4548	0.36170
5	*Mammillaria compressa*	Biznaga	29	116	0.03754
6	*Opuntia pubescens*	Tajazillo	38	152	0.04645
7	*Tillandsia recurvata*	Gallito pequeño	816	3264	0.33162
8	*Agave salmiana*	Maguey	2	8	0.00401
9	*Aloe vera*	Sabila	1	4	0.00219
		TOTAL	**3758**	**15032** Σni=N	**1.1585** Σpi x LN(Pi)

Riqueza S=	**9**
Resultado: H' =	**1.1585**
Resultado: J' =	**0.5273**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 1.1585 J= 0.5273

LNS= 2.1972

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

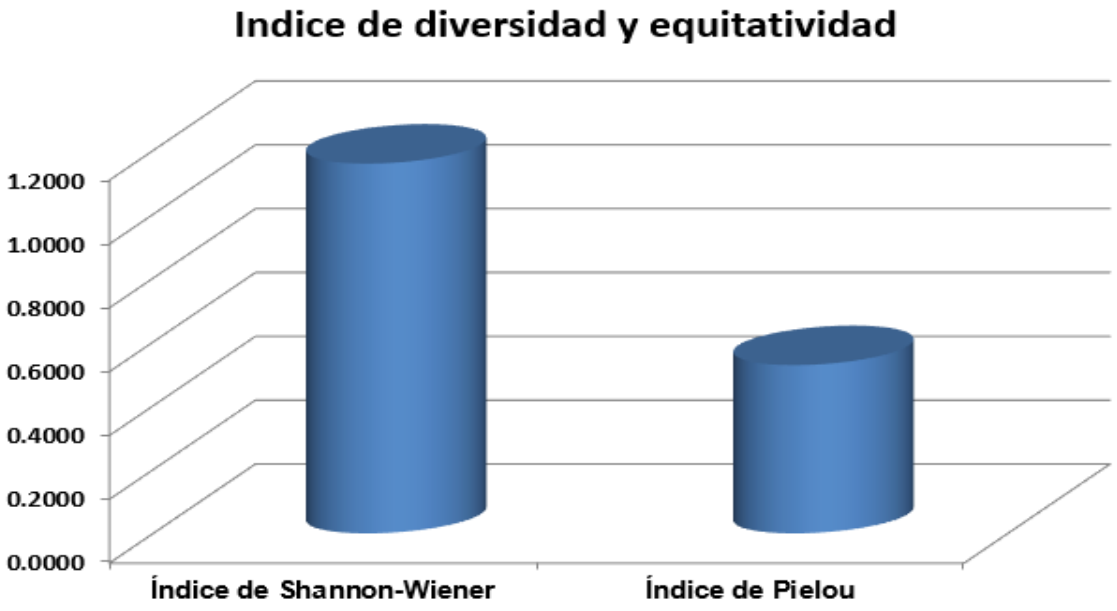


Grafico IV.17. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.

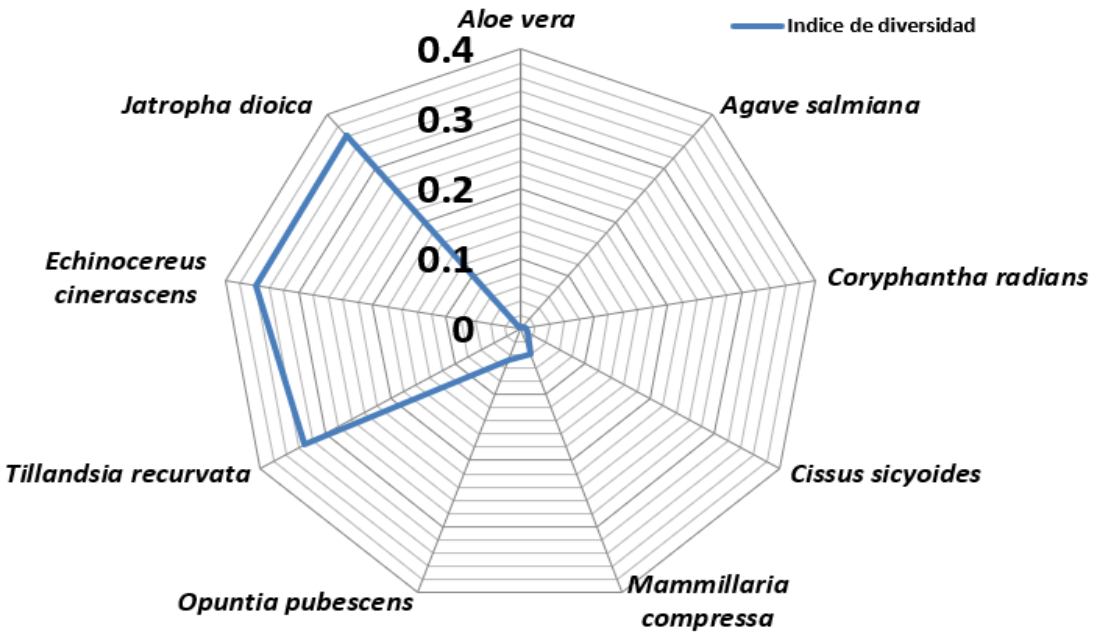


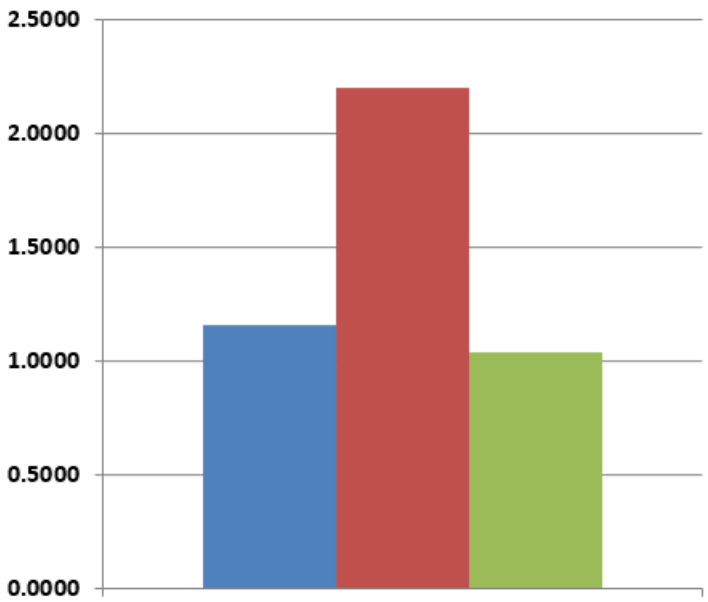
Grafico IV.18. Muestra los valores de diversidad de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas
H´ calculada	**1.1585**
H max	**2.1972**
H max - H calculada	**1.0387**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.5273**
Riqueza S =	**9**



De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5273**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1585**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

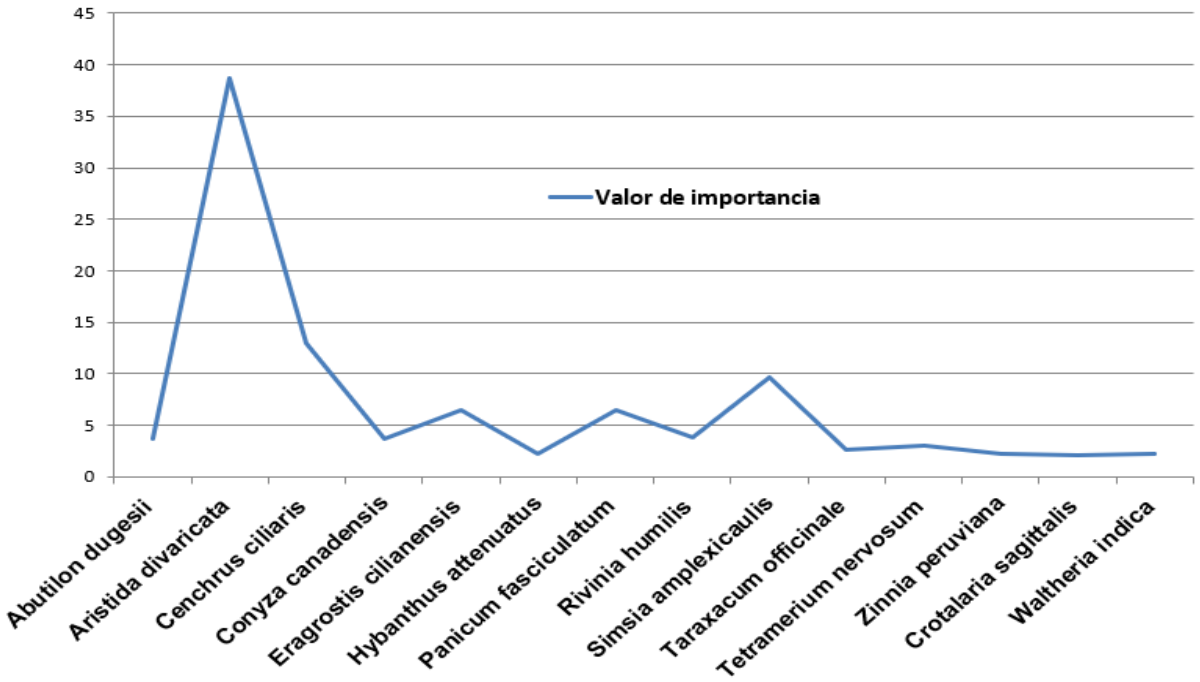
El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **91.48%**.

Selva baja caducifolia (Estrato herbáceo):

Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **14** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.55%), *Cenchrus ciliaris* (12.27%) y *Simsia amplexicaulis* (9.60%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **70.42%.**

Tabla IV.82. Parámetros bióticos del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia del área de estudio.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Abutilon dugesii*	Farolito	4000	0.96	0.75284	9.52	3.74	0.85
2	*Aristida divaricata*	Pasto tres barbas	176000	42.11	54.99204	19.05	38.71	48.55
3	*Cenchrus ciliaris*	Zacate buffel	70000	16.75	7.79571	14.29	12.94	12.27
4	*Conyza canadensis*	Amor de viejo	12000	2.87	3.42120	4.76	3.68	3.15
5	*Eragrostis cilianensis*	Zacate apesto	42000	10.05	4.67742	4.76	6.50	7.36
6	*Hybanthus attenuatus*	Violeta verde	6000	1.44	0.54124	4.76	2.25	0.99
7	*Panicum fasciculatum*	Zacate guinea	28000	6.70	7.98280	4.76	6.48	7.34
8	*Rivinia humilis*	Coralillo	14000	3.35	3.50807	4.76	3.87	3.43
9	*Simsia amplexicaulis*	Acahualillo	32000	7.66	11.54656	9.52	9.58	9.60
10	*Taraxacum officinale*	Diente de León	6000	1.44	1.71060	4.76	2.64	1.57
11	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	14000	3.35	0.99785	4.76	3.04	2.17
12	*Zinnia peruviana*	Mal de Ojo	8000	1.91	0.14255	4.76	2.27	1.03
13	*Crotalaria sagittalis*	Sonaja	2000	0.48	1.17827	4.76	2.14	0.83
14	*Waltheria indica*	Tapacola	4000	0.96	0.75284	4.76	2.16	0.85
	TOTAL		**418000**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.19. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.

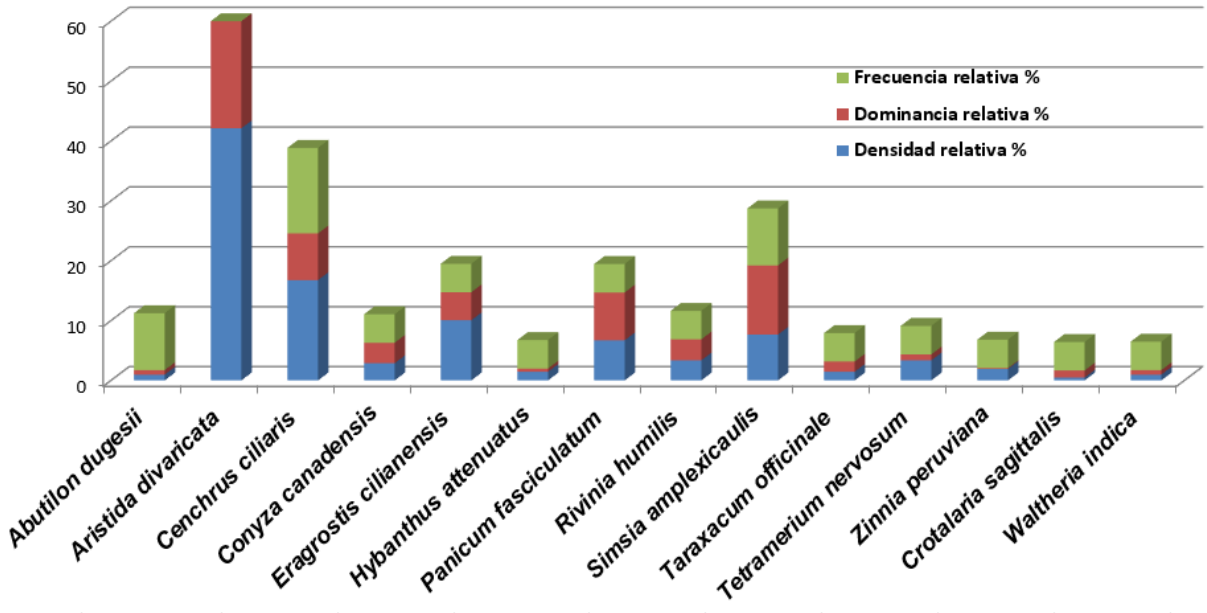


Grafico IV.20. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.36421, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.29926 y *Eragrostis cilianensis* con 0.23088; por último, los más bajos son *Crotalaria sagittalis* con *0.02556, Abutilon dugesii* con 0.04449 y *Waltheria indica* con 0.04449.

Tabla IV.83. Índice de Diversidad de especies herbáceo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (5 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Abutilon dugesii*	Farolito	2	4000	0.04449
2	*Aristida divaricata*	Pasto tres barbas	88	176000	0.36421
3	*Cenchrus ciliaris*	Zacate buffel	35	70000	0.29926
4	*Conyza canadensis*	Amor de viejo	6	12000	0.10193
5	*Eragrostis cilianensis*	Zacate apesto	21	42000	0.23088
6	*Hybanthus attenuatus*	Violeta verde	3	6000	0.06091
7	*Panicum fasciculatum*	Zacate guinea	14	28000	0.18108
8	*Rivinia humilis*	Coralillo	7	14000	0.11376
9	*Simsia amplexicaulis*	Acahualillo	16	32000	0.19673
10	*Taraxacum officinale*	Diente de León	3	6000	0.06091
11	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	7	14000	0.11376
12	*Zinnia peruviana*	Mal de Ojo	4	8000	0.07571
13	*Crotalaria sagittalis*	Sonaja	1	2000	0.02556
14	*Waltheria indica*	Tapacola	2	4000	0.04449
		TOTAL	**209**	**418000** **Σni=N**	**1.9137** **Σpi x LN(Pi)**
		Riqueza S=	**14**		
		Resultado: H' =	**1.8692**		
		Resultado: J' =	**0.7083**		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

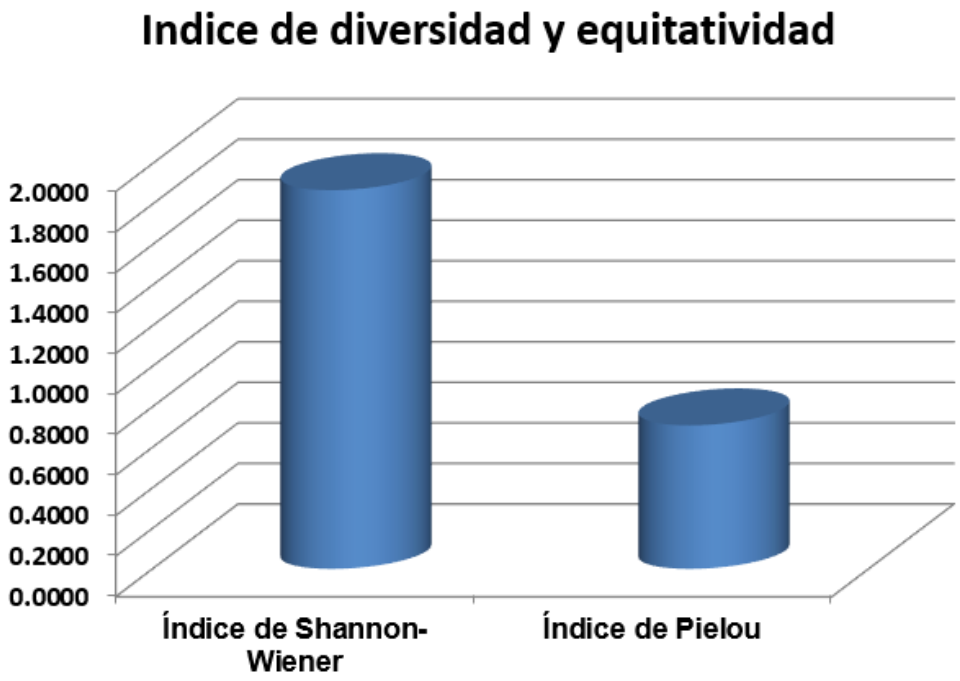
Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

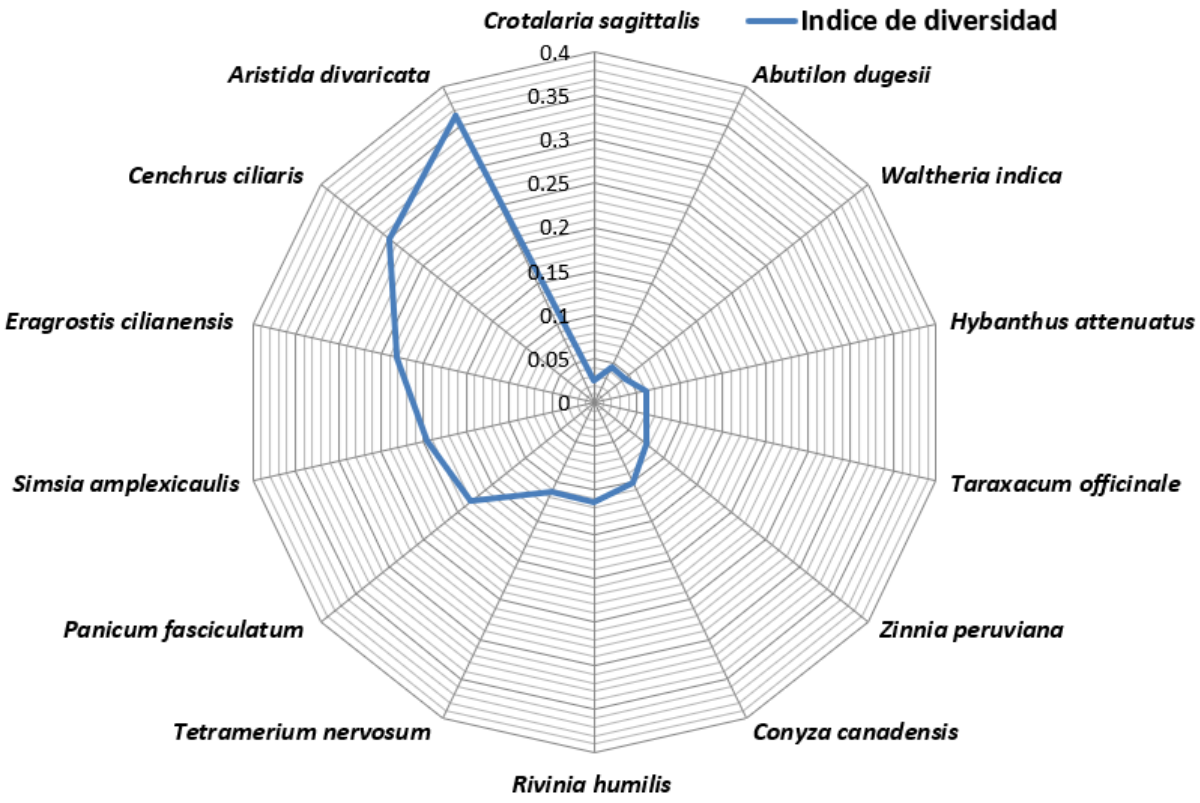
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 1.8692 **J= 0.7083**
LN= 2.6391

Dónde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.21. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.



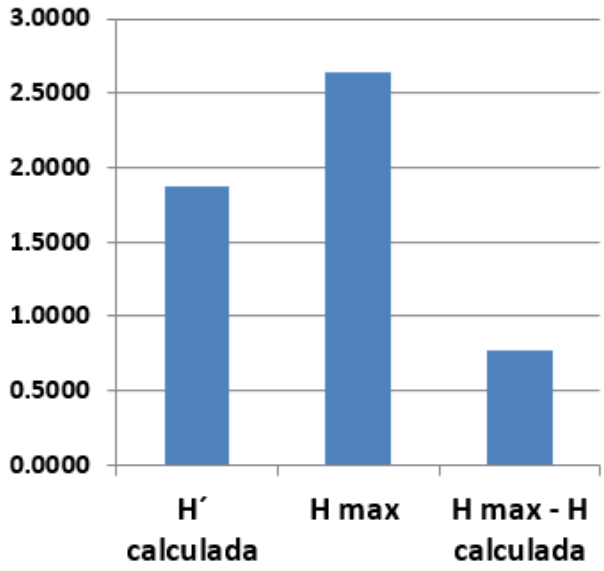
Grafica IV.22. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H´ calculada	**1.8692**
H max	**2.6391**
H max - H calculada	**0.7699**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.7083**
Riqueza S =	**14**



El estrato herbáceo de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7083**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.8692**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor

proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

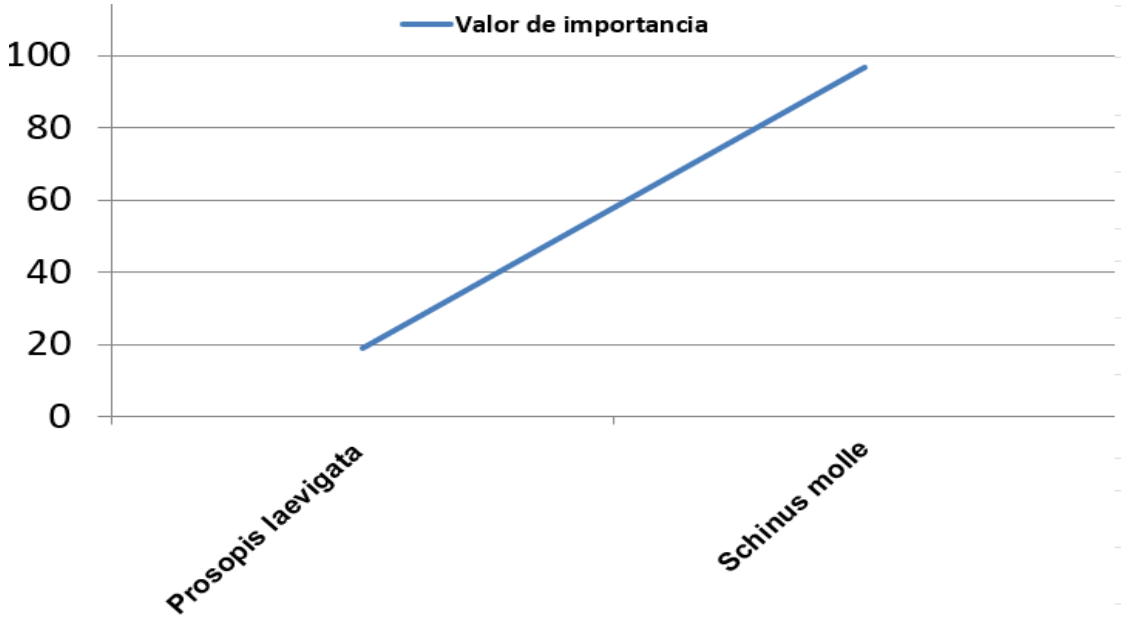
El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **70.42%**.

Bosque de galería (estrato arbóreo):

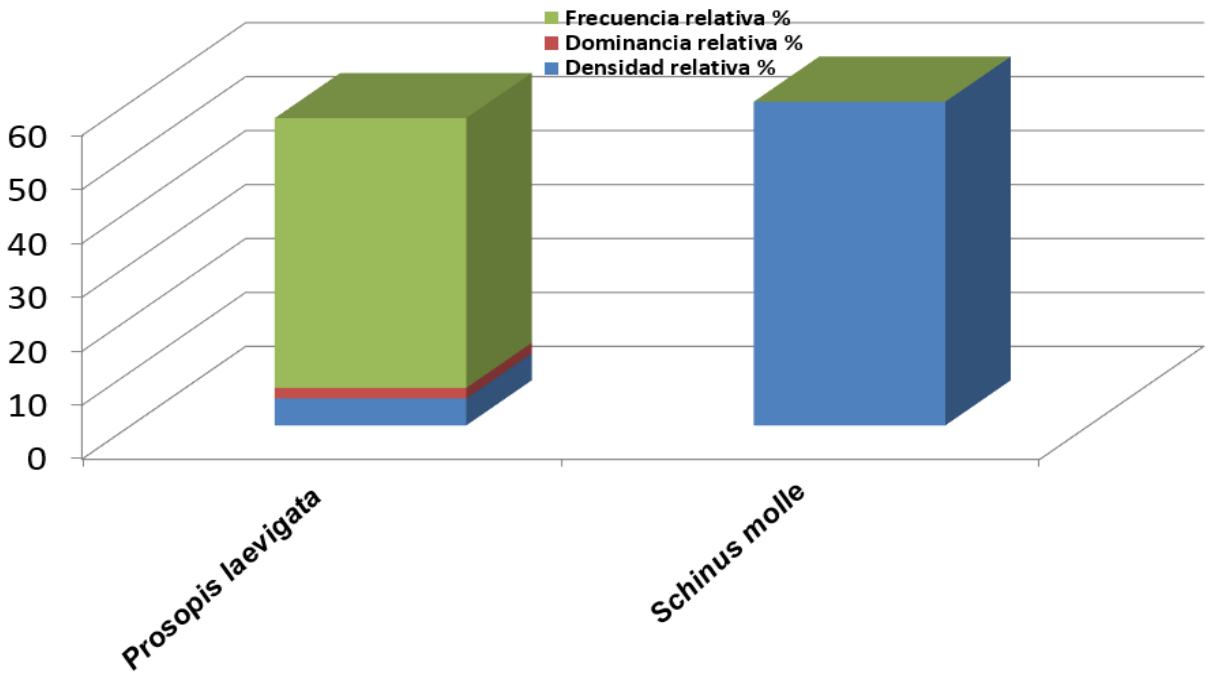
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbóreo del bosque de galería en cobertura vegetal es el *Schinus molle*" la cual registra un 96.53%, y tiene una importancia por encima del **96.53%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.84. Parámetros bióticos del estrato arbóreo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Prosopis laevigata*	Mezquite	300	5.00	1.95	50.00	18.98	3.47
2	*Schinus molle*	Pirul	5700	95.00	98.05	50.00	81.02	96.53
	TOTAL		**6000**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.23. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.



Grafica IV.24. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbóreo del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Prosopis laevigata* (0.14979); mientras que la especie con menor índice de diversidad fue el *Schinus molle* con un valor de 0.04873.

Tabla IV.85. Índice de Diversidad de especies arbóreas del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 1 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Prosopis laevigata*	Mezquite	3	300	0.14979
2	*Schinus molle*	Pirul	57	5700	0.04873
		TOTAL	**60**	**6000** **Σni=N**	**0.1985** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**2**
Resultado: H' =	**0.1985**
Resultado: J' =	**0.2864**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

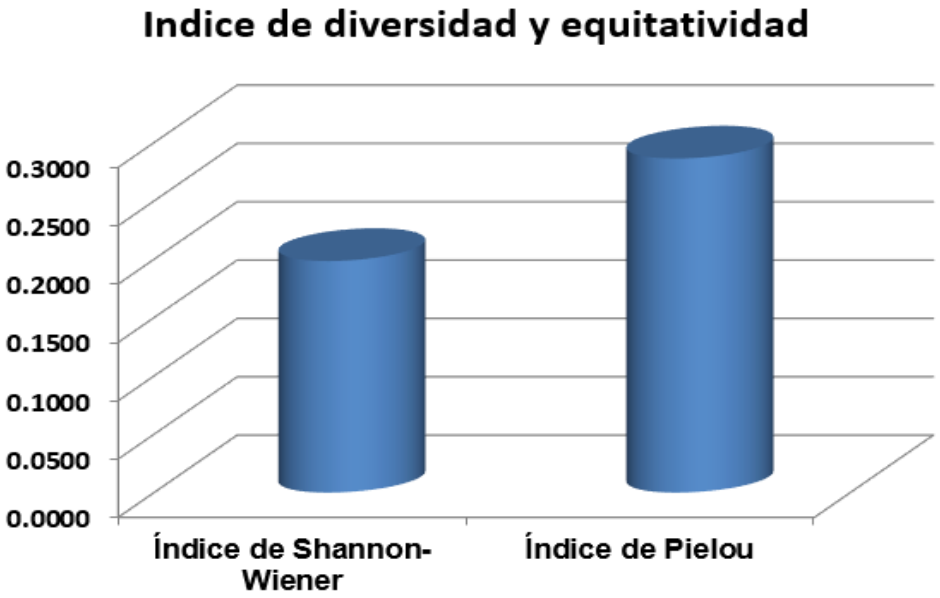
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 0.1985 **LNS= 0.6931** **J= 0.2864**

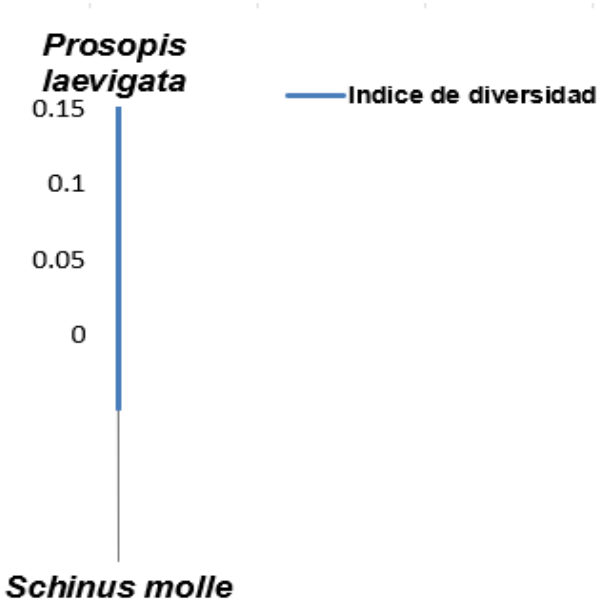
Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.25. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



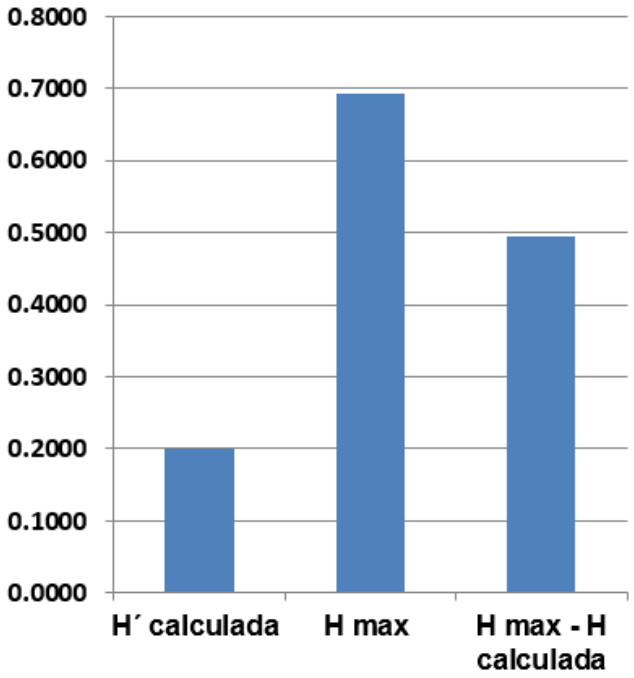
Grafica IV.26. Muestra los valores de diversidad del estrato arbóreo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBÓREO	
H´ calculada	**0.1985**
H max	**0.6931**
H max - H calculada	**0.4946**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.2864**
Riqueza S =	**2**



El estrato arbóreo del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **02** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.2864**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **0.6931** y **H´** es de **0.1985**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

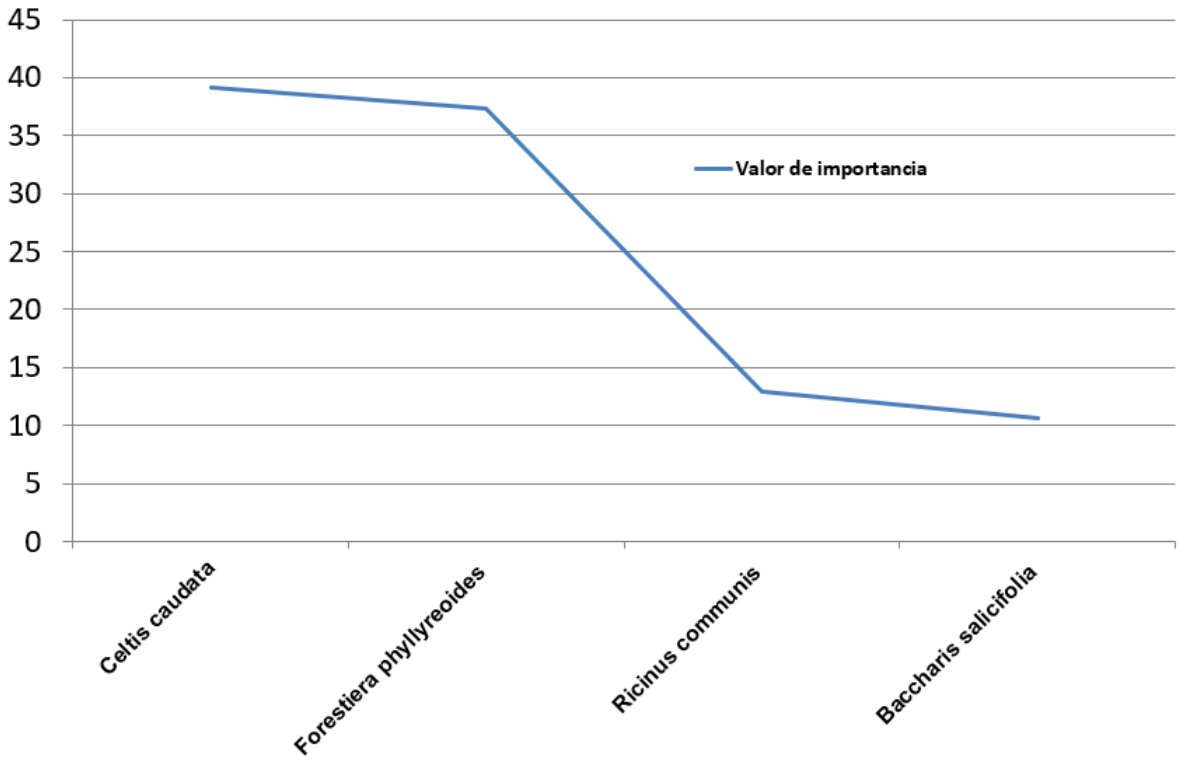
El resultado señala que el estrato arbóreo del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de las **02** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **96.53%.**

Bosque de galería (estrato arbustivo):

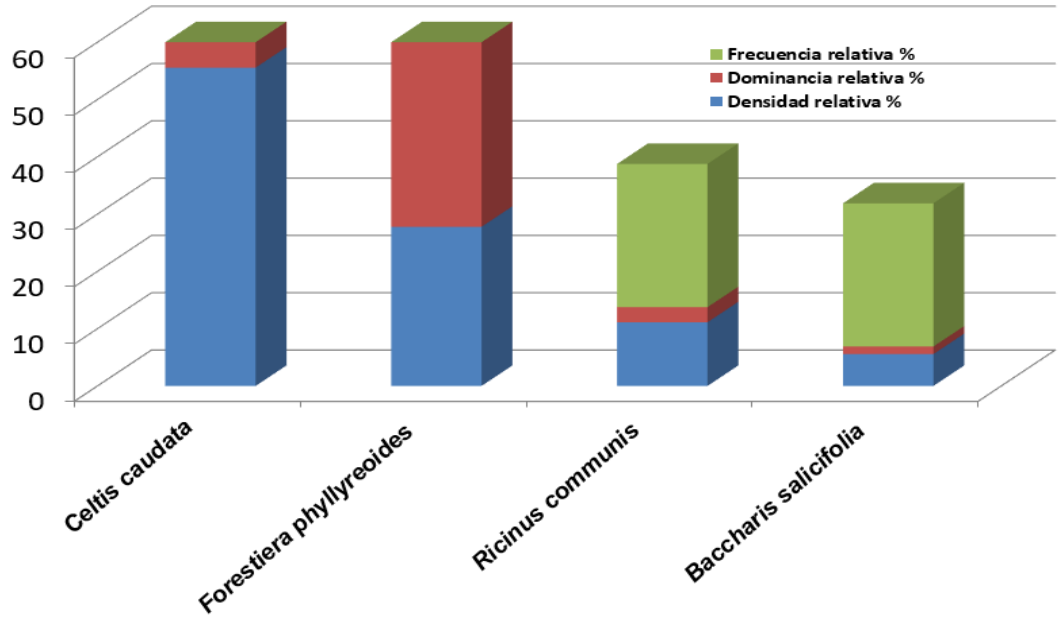
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo del bosque de galería en cobertura vegetal es la "*Celtis caudata*" la cual registra un 46.15% y la "*Forestiera phyllyreoides*" con el 43.54%, que juntas tienen una importancia por encima del **89.69%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.86. Parámetros bióticos del estrato arbustivo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Celtis caudata*	Capulincillo	1000	55.56	36.75	25.00	39.10	46.15
2	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	500	27.78	59.30	25.00	37.36	43.54
3	*Ricinus communis*	Higuerilla	200	11.11	2.64	25.00	12.92	6.87
4	*Baccharis salicifolia*	Jara blanca	100	5.56	1.32	25.00	10.62	3.44
	TOTAL		**1800**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.27. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



Grafica IV.28. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Forestiera phyllyreoides* (0.35581) y *Celtis caudata* (0.32655); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Baccharis salicifolia* con 0.16058 y *Ricinus communis* con un valor de 0.24414.

Tabla IV.87. Índice de Diversidad de especies arbustivas del bosque de galería

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 1 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Celtis caudata*	Capulincillo	10	1000	0.32655
2	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	5	500	0.35581
3	*Ricinus communis*	Higuerilla	2	200	0.24414
4	*Baccharis salicifolia*	Jara blanca	1	100	0.16058
		TOTAL	**18**	**1800** **Σni=N**	**1.0871** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**4**
Resultado: H' =	**1.0871**
Resultado: J' =	**0.7842**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

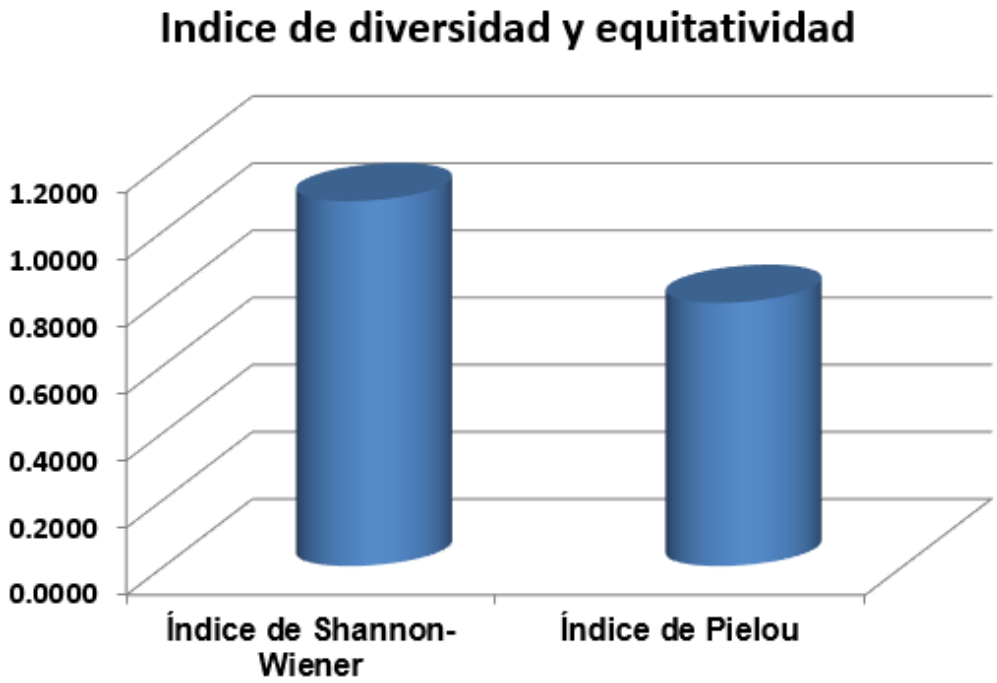
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

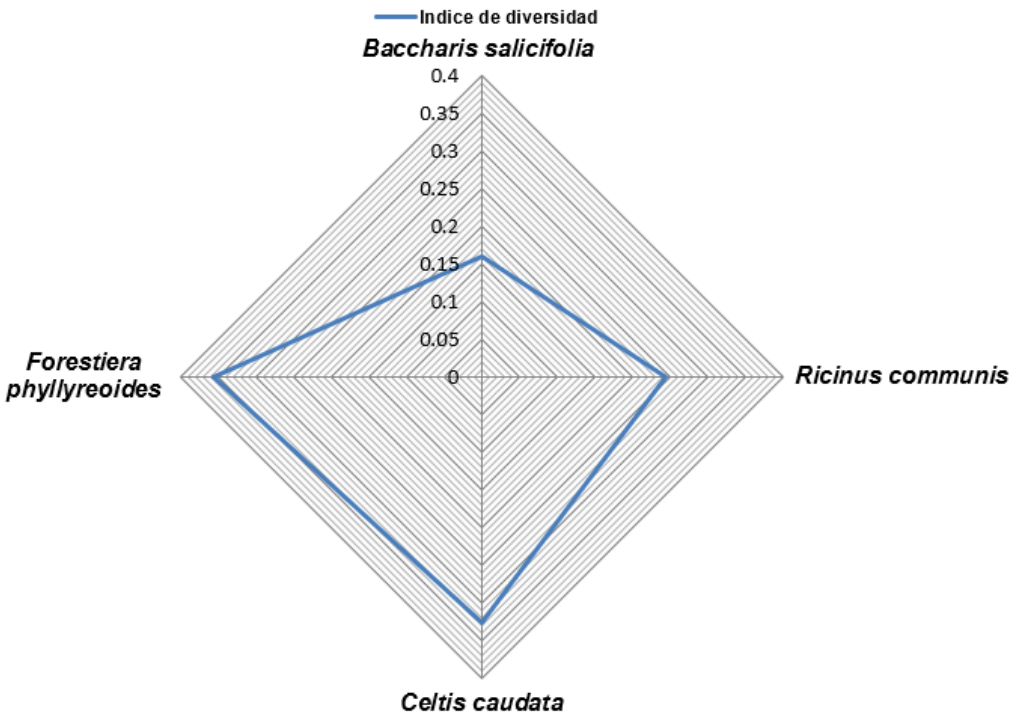
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 1.0871 **LNS= 1.3863** **J= 0.7842**

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.29. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



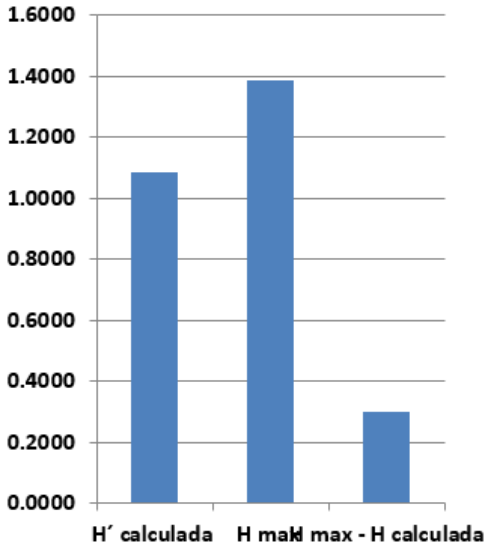
Grafica IV.30. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H´ calculada	**1.0871**
H max	**1.3863**
H max - H calculada	**0.2992**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.7842**
Riqueza S =	**4**



El estrato arbustivo de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7842**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **1.3863** y **H´** es de **1.0871**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor

proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

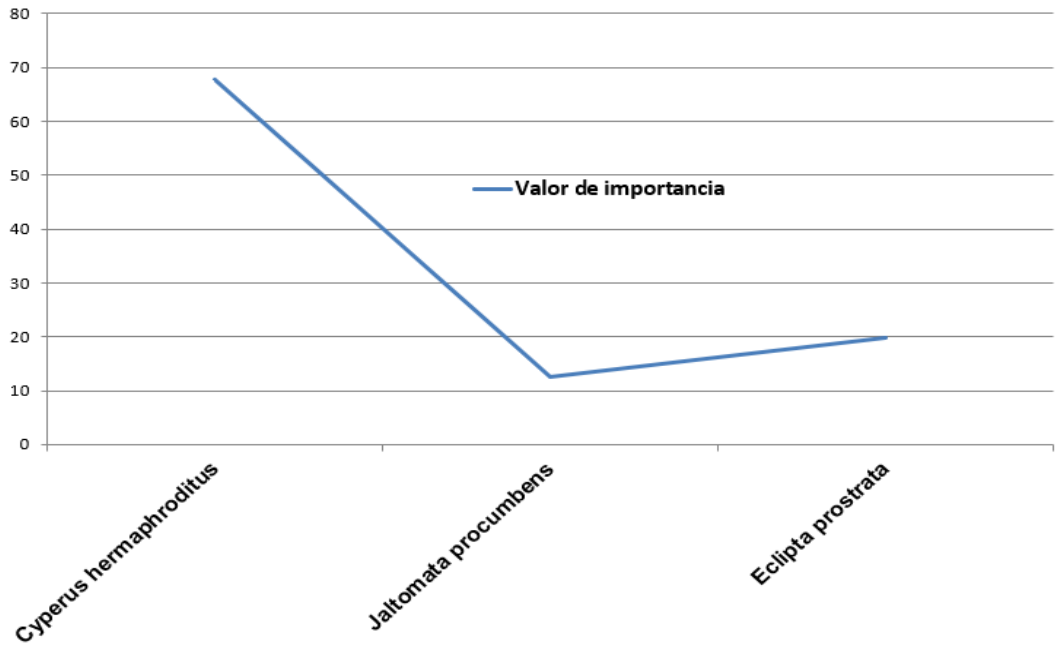
El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **89.69%**.

Bosque de galería (Estrato herbáceo):

Parámetros bióticos del bosque de galería del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **03** especies del estrato herbáceo del bosque de galería, siendo el *Cyperus hermaphroditus* (84.98), que presentan el mayor índice de importancia con el **84.98%.**

Tabla IV.88. Parámetros bióticos del estrato herbáceo del bosque de galería del área de estudio.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Cyperus hermaphroditus*	Coquitos	360000	90.00	79.95065	33.33	67.76	84.98
2	*Jaltomata procumbens*	Jaltomatillo	10000	2.50	1.54226	33.33	12.46	2.02
3	*Eclipta prostrata*	Hierba de tajo	30000	7.50	18.50709	33.33	19.78	13.00
	TOTAL		**400000**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.31. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.

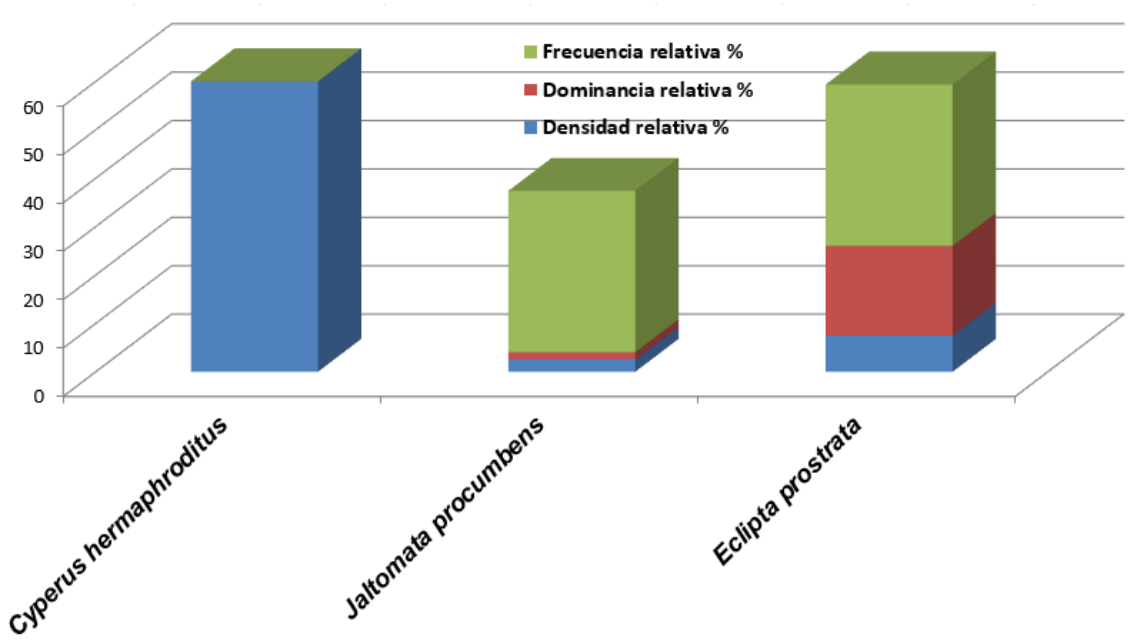


Grafico IV.32. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo del bosque de galería se observa que, los valores más altos, fue para la especie de *Eclipta prostrata* con 0.19427; por último, los más bajos son *Jaltomata procumbens* con 0.09222 y *Cyperus hermaphroditus* con 0.09482.

Tabla IV.89. Índice de Diversidad de especies herbáceo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (1 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Cyperus hermaphroditus*	Coquitos	36	360000	0.09482
2	*Jaltomata procumbens*	Jaltomatillo	1	10000	0.09222
3	*Eclipta prostrata*	Hierba de tajo	3	30000	0.19427
		TOTAL	**40**	**400000** Σni=N	**0.3813** Σpi x LN(Pi)

Riqueza S=	**3**
Resultado: H' =	**0.3813**
Resultado: J' =	**0.3471**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

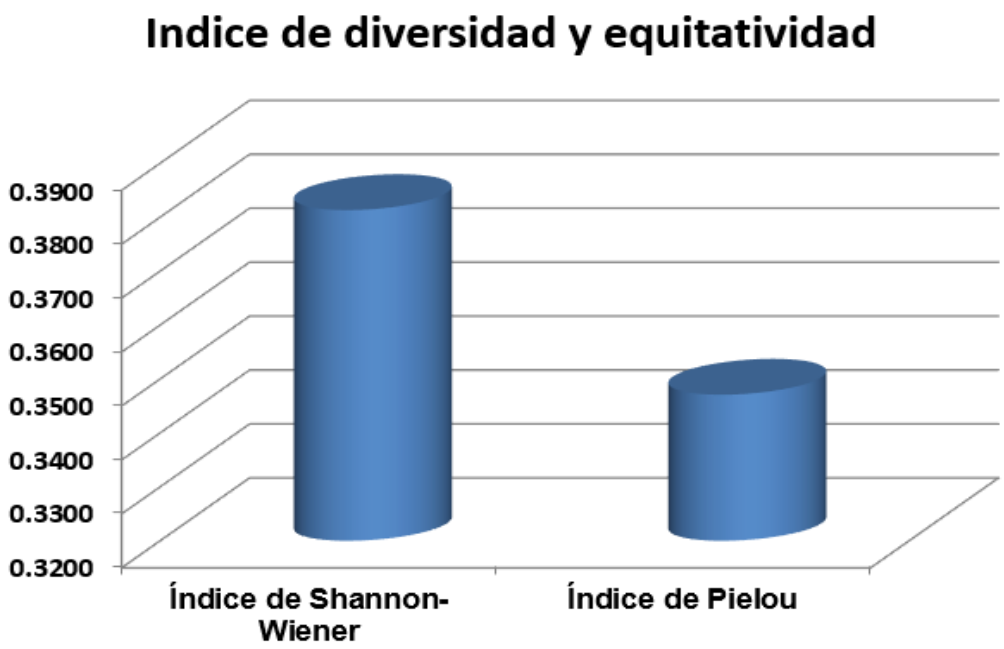
Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

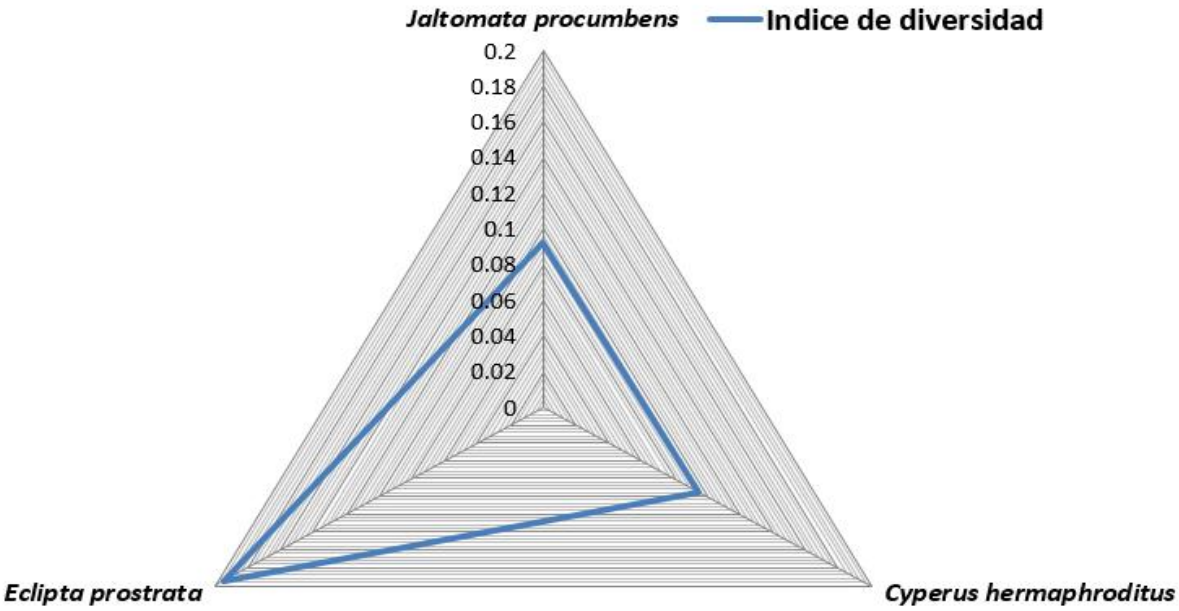
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 0.3813 **LN= 1.0986** **J= 0.3471**

Dónde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.33. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.



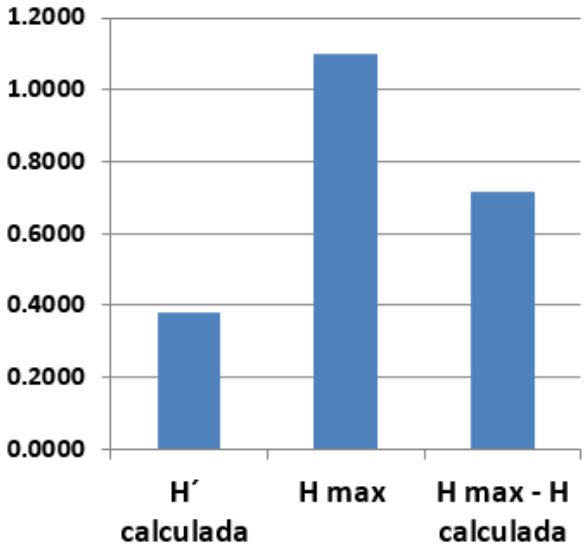
Grafica IV.34. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H´ calculada	**0.3813**
H max	**1.0986**
H max - H calculada	**0.7173**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.3471**
Riqueza S =	**3**



El estrato herbáceo de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **03** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.3471**. La

máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.0986** y **H´** es de **0.3813**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **01** especies (derivado a su abundancia) de las **03** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.98%**.

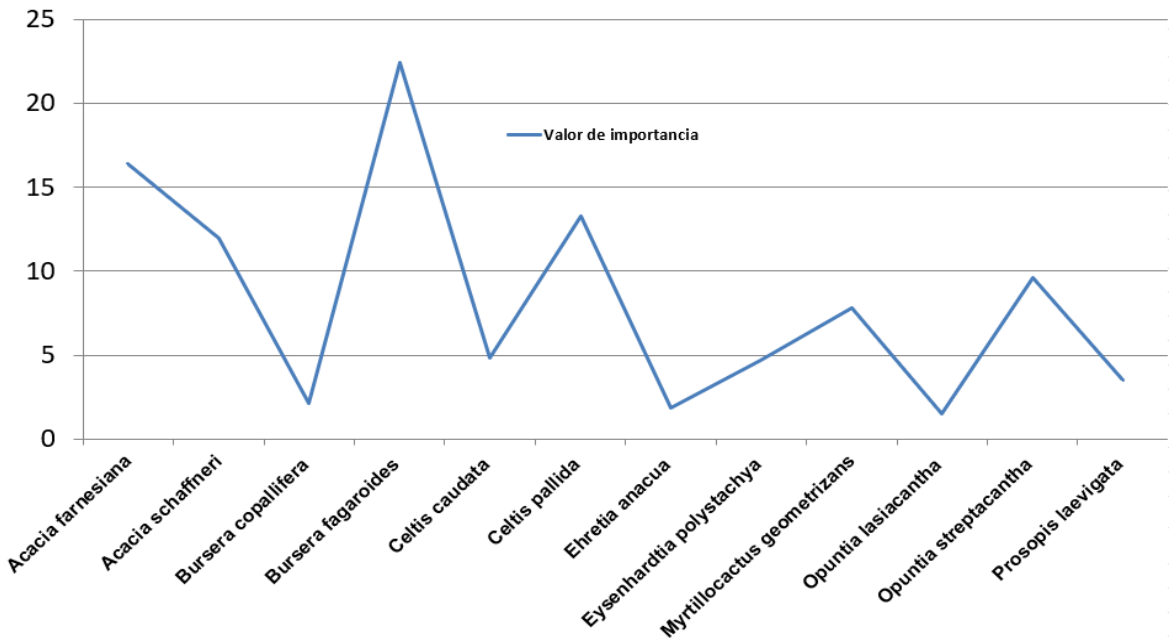
Predios de cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) del proyecto en estudio

Selva baja caducifolia (estrato arbóreo):

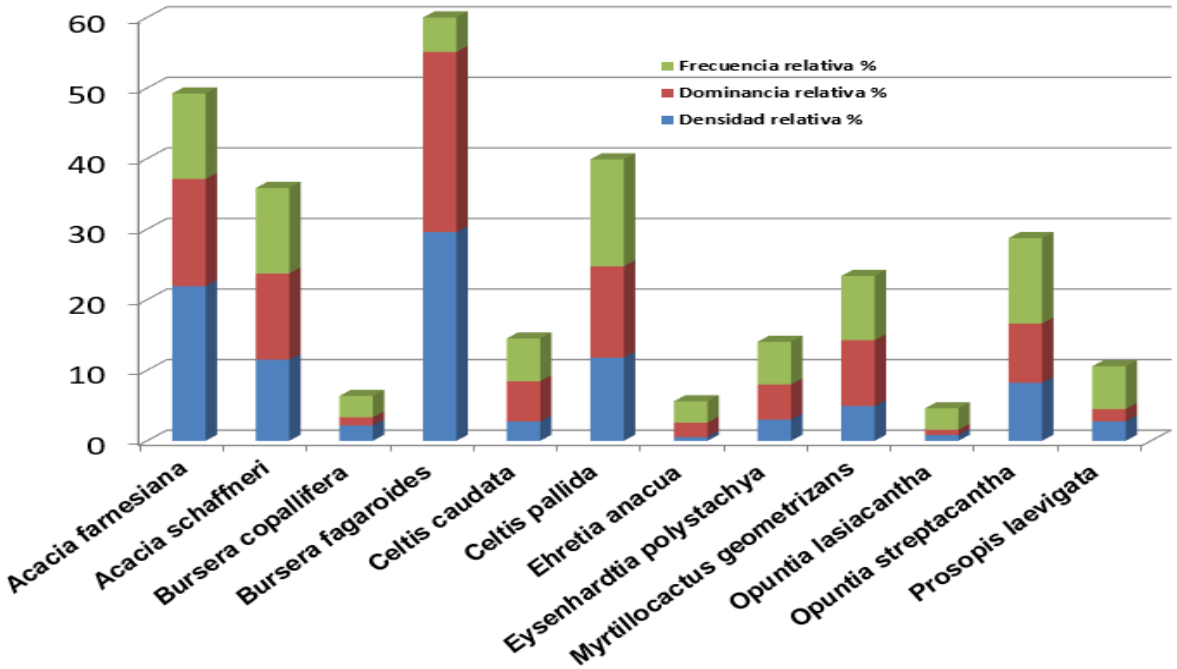
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 27.56%, le sigue la "*Acacia farnesiana*" con el 18.55% y la "*Celtis pallida*" con el 12.37%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.90. Parámetros bióticos del estrato arbóreo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Acacia farnesiana*	Huizache	320	21.92	15.19	12.12	16.41	18.55
2	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	168	11.51	12.20	12.12	11.94	11.85
3	*Bursera copallifera*	Copal blanco	32	2.19	1.14	3.03	2.12	1.67
4	*Bursera fagaroides*	Copal	432	29.59	25.52	12.12	22.41	27.56
5	*Celtis caudata*	Palo blanco	40	2.74	5.71	6.06	4.84	4.22
6	*Celtis pallida*	Granjeno	172	11.78	12.96	15.15	13.30	12.37
7	*Ehretia anacua*	Anacua	8	0.55	2.03	3.03	1.87	1.29
8	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	44	3.01	4.97	6.06	4.68	3.99
9	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	72	4.93	9.34	9.09	7.79	7.14
10	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	12	0.82	0.76	3.03	1.54	0.79
11	*Opuntia streptacantha*	Nopal tapón	120	8.22	8.39	12.12	9.58	8.31
12	*Prosopis laevigata*	Mezquite	40	2.74	1.77	6.06	3.52	2.25
	TOTAL		**1460**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.35. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.



Grafica IV.36. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.36033), *Acacia farnesiana* (0.33268) y *Celtis pallida* (0.25196); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron la *Ehretia anacua* con 0.02853, *Opuntia lasiacantha* con 0.03946 y *Bursera copallifera* con un valor de 0.08374.

Tabla IV.91. Índice de Diversidad de especies arbóreas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Acacia farnesiana*	Huizache	80	320	0.33268
2	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	42	168	0.24880
3	*Bursera copallifera*	Copal blanco	8	32	0.08374
4	*Bursera fagaroides*	Copal	108	432	0.36033
5	*Celtis caudata*	Palo blanco	10	40	0.09856
6	*Celtis pallida*	Granjeno	43	172	0.25196
7	*Ehretia anacua*	Anacua	2	8	0.02853
8	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	11	44	0.10554
9	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	18	72	0.14841
10	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	3	12	0.03946
11	*Opuntia streptacantha*	Nopal tapón	30	120	0.20537
12	*Prosopis laevigata*	Mezquite	10	40	0.09856
		TOTAL	**365**	**1460 Σni=N**	**2.0019 Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**12**
Resultado: H' =	**2.0019**
Resultado: J' =	**0.8056**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

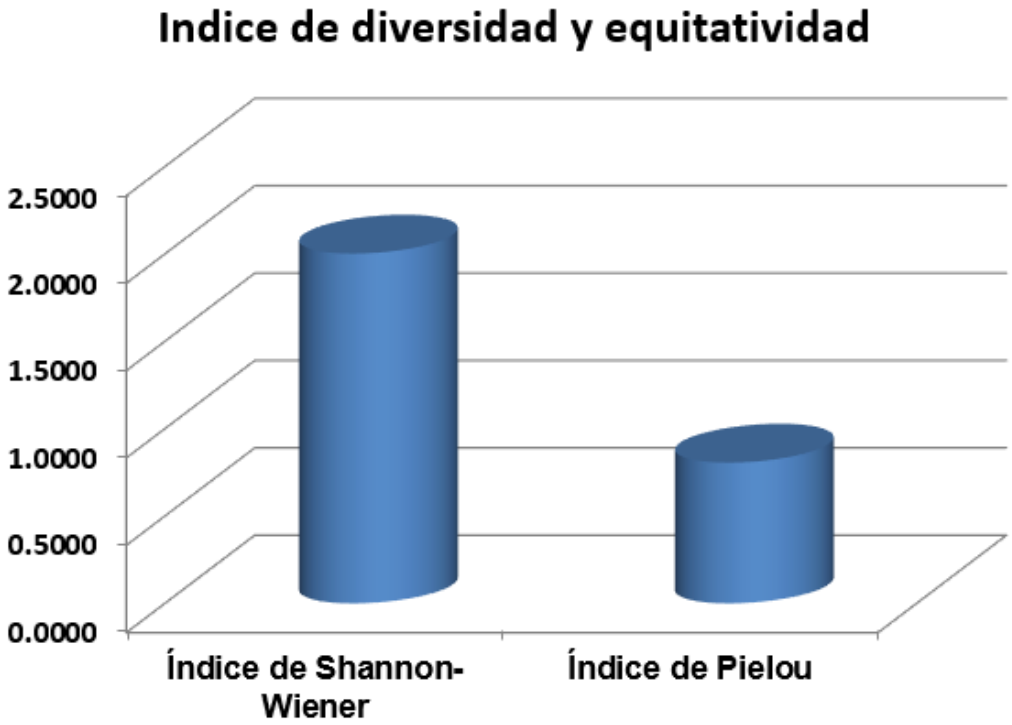
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

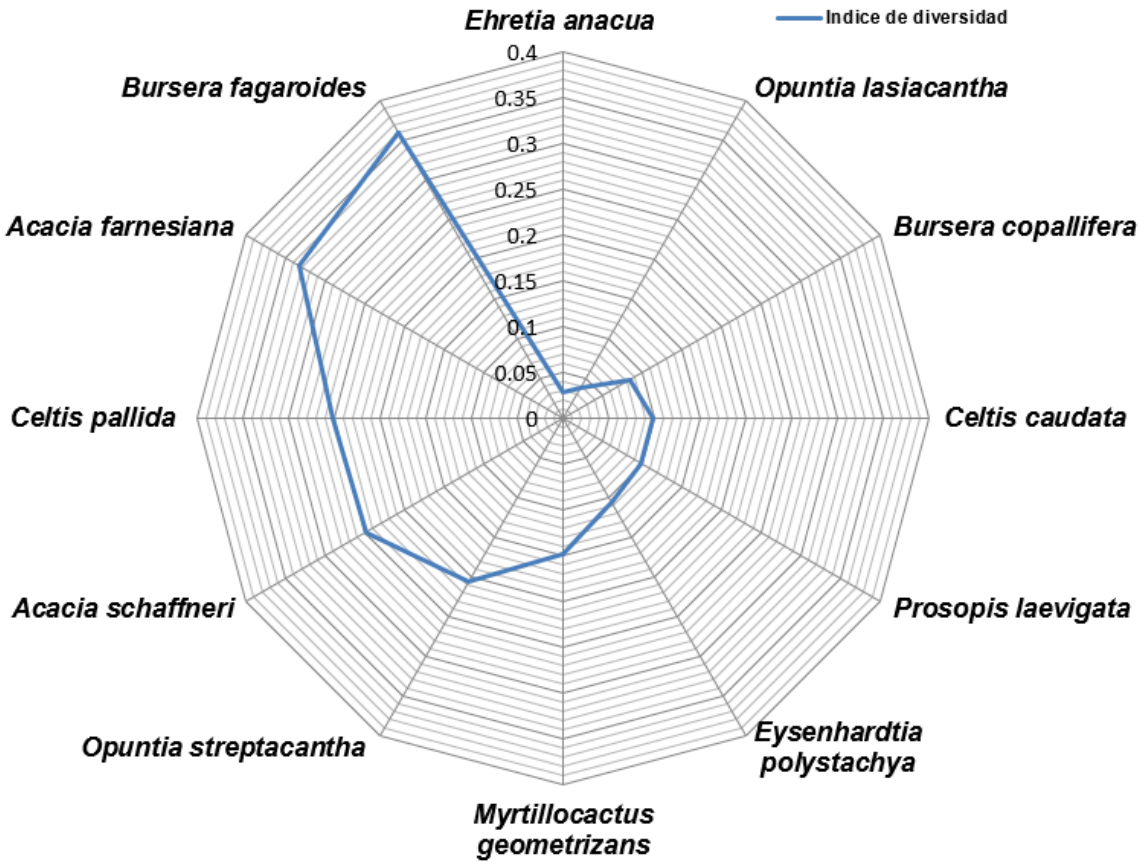
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' =	H'	**H'=**	**2.0019**	**J=**	**0.8056**
	LN S	**LNS=**	**2.4849**		

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.37. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



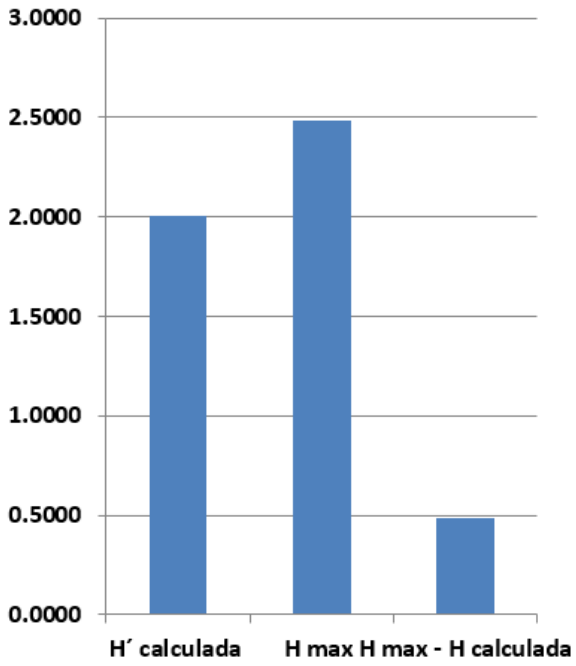
Grafica IV.38. Muestra los valores de diversidad del estrato arbóreo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBÓREO	
H´ calculada	**2.0019**
H max	**2.4849**
H max - H calculada	**0.4830**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.8056**
Riqueza S =	**12**



El estrato arbóreo de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **12** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8056**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.4849** y **H´** es de **2.0019**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de

S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **12** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.48%.**

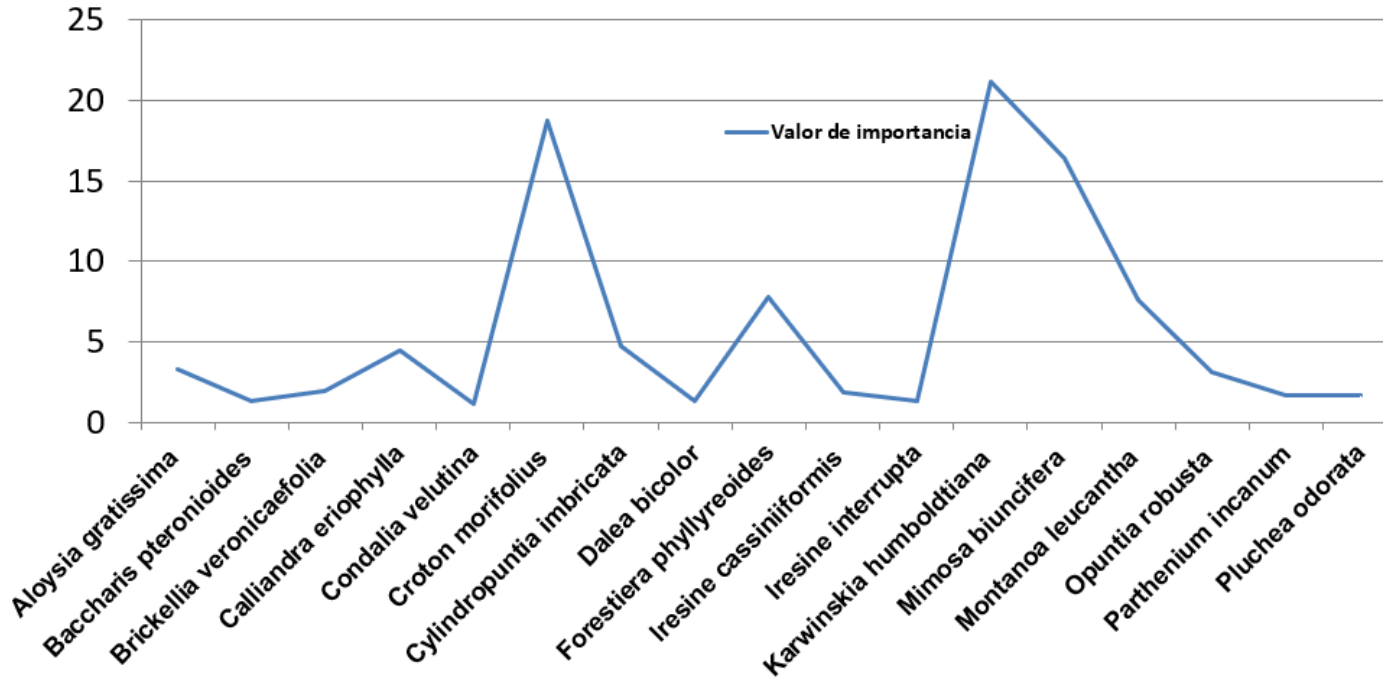
Selva baja caducifolia (estrato arbustivo):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Karwinskia humboldtiana*" la cual registra un 26.67%, le sigue la "*Croton morifolius*" con el 23.03% y la "*Mimosa biuncifera*" con el 17.98%, que juntas tienen una importancia por encima del **67.68%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

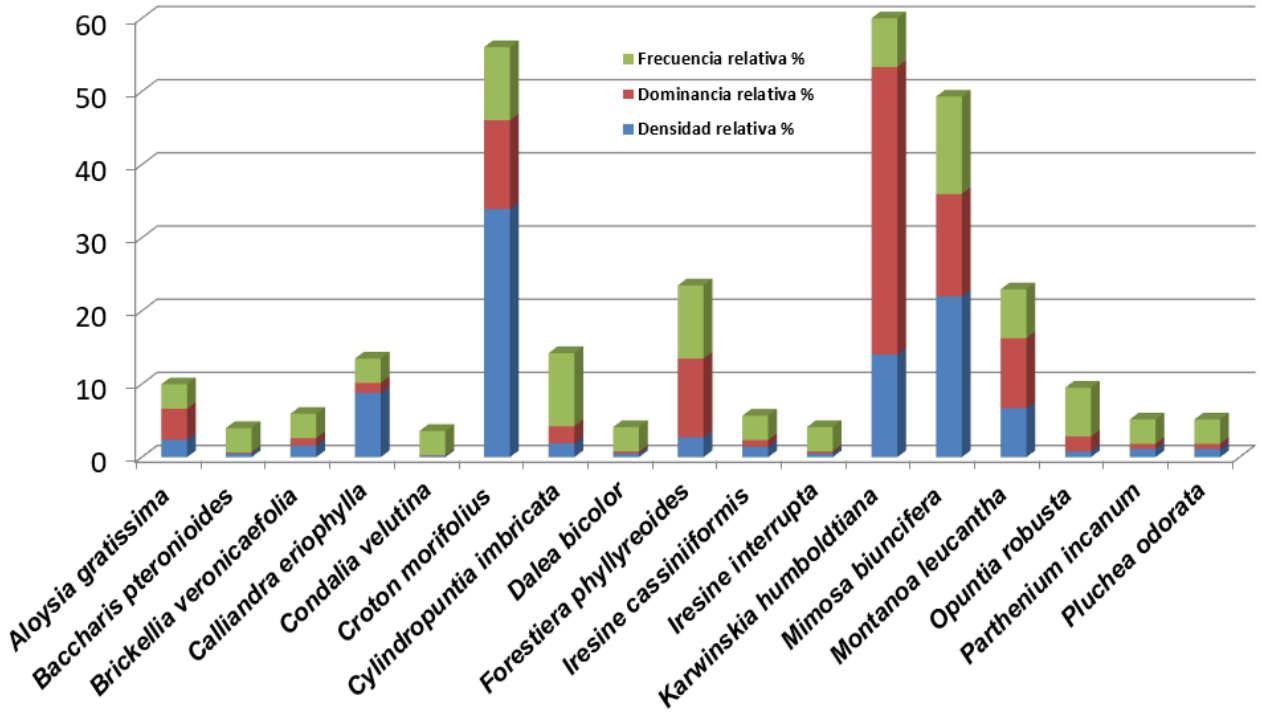
Tabla IV.92. Parámetros bióticos del estrato arbustivo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Aloysia gratissima*	Cedrón de monte	60	2.39	4.24	3.33	3.32	3.31
2	*Baccharis pteronioides*	Caratacua	12	0.48	0.17	3.33	1.33	0.32
3	*Brickellia veronicaefolia*	Peisto	40	1.59	1.01	3.33	1.98	1.30
4	*Calliandra eriophylla*	Viejo o carrasquilla	220	8.76	1.39	3.33	4.49	5.08
5	*Condalia velutina*	Pico de pajaro	4	0.16	0.10	3.33	1.20	0.13
6	*Croton morifolius*	Palillo	852	33.92	12.14	10.00	18.69	23.03
7	*Cylindropuntia imbricata*	Cholla	48	1.91	2.32	10.00	4.74	2.11
8	*Dalea bicolor*	Engordacabra	12	0.48	0.30	3.33	1.37	0.39
9	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	68	2.71	10.77	10.00	7.82	6.74
10	*Iresine cassiniiformis*	Pie de paloma	36	1.43	0.91	3.33	1.89	1.17

11	*Iresine interrupta*	Tianguis	12	0.48	0.30	3.33	1.37	0.39
12	*Karwinskia humboldtiana*	Coyotillo o tullidora	352	14.01	39.33	10.00	21.11	26.67
13	*Mimosa biuncifera*	Garruño	552	21.97	13.99	13.33	16.43	17.98
14	*Montanoa leucantha*	Talacao	168	6.69	9.58	6.67	7.64	8.13
15	*Opuntia robusta*	Nopal robusta	20	0.80	2.03	6.67	3.16	1.41
16	*Parthenium incanum*	Chamiso	28	1.11	0.71	3.33	1.72	0.91
17	*Pluchea odorata*	Hierba del Ángel	28	1.11	0.71	3.33	1.72	0.91
	TOTAL		**2512**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.39. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



Grafica IV.40. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.35432), *Parthenium incanum* (0.33072) y *Mimosa biuncifera* (0.30622); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Condalia velutina* con 0.00853, *Baccharis pteronioides* con 0.02136 y *Dalea bicolor* con un valor de 0.02136.

Tabla IV.93. Índice de Diversidad de especies arbustivas de la selva baja caducifolia

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Baccharis pteronioides*	Caratacua	3	12	0.02136
2	*Brickellia veronicaefolia*	Peisto	10	40	0.05578
3	*Calliandra eriophylla*	Viejo o carrasquilla	55	220	0.18680
4	*Condalia velutina*	Pico de pajaro	1	4	0.00853
5	*Croton morifolius*	Palillo	213	852	0.35432
6	*Cylindropuntia imbricata*	Cholla	12	48	0.06414

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 5 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
7	*Dalea bicolor*	Engordacabra	3	12	0.02136
8	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	17	68	0.08328
9	*Iresine cassiniiformis*	Pie de paloma	9	36	0.05142
10	*Iresine interrupta*	Tianguis	3	12	0.02136
11	*Karwinskia humboldtiana*	Coyotillo o tullidora	88	352	0.24594
12	*Mimosa biuncifera*	Garruño	138	552	0.30622
13	*Montanoa leucantha*	Talacao	42	168	0.15714
14	*Opuntia robusta*	Nopal robusta	5	20	0.03233
15	*Parthenium incanum*	Chamiso	7	28	0.04224
16	*Pluchea odorata*	Hierba del Ángel	7	28	0.04224
17	*Parthenium incanum*	Chamiso	202	673	0.33072
		TOTAL	**815**	**3125** Σni=N	**2.0252** Σpi x LN(Pi)

Riqueza S=	**17**
Resultado: H' =	**2.0252**
Resultado: J' =	**0.7148**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

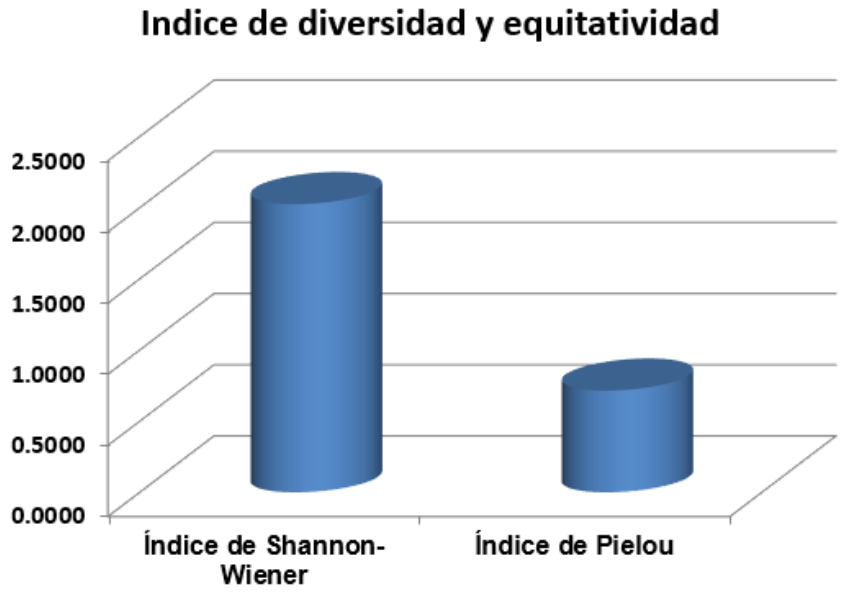
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 2.0252 **LNS= 2.8332** **J= 0.7148**

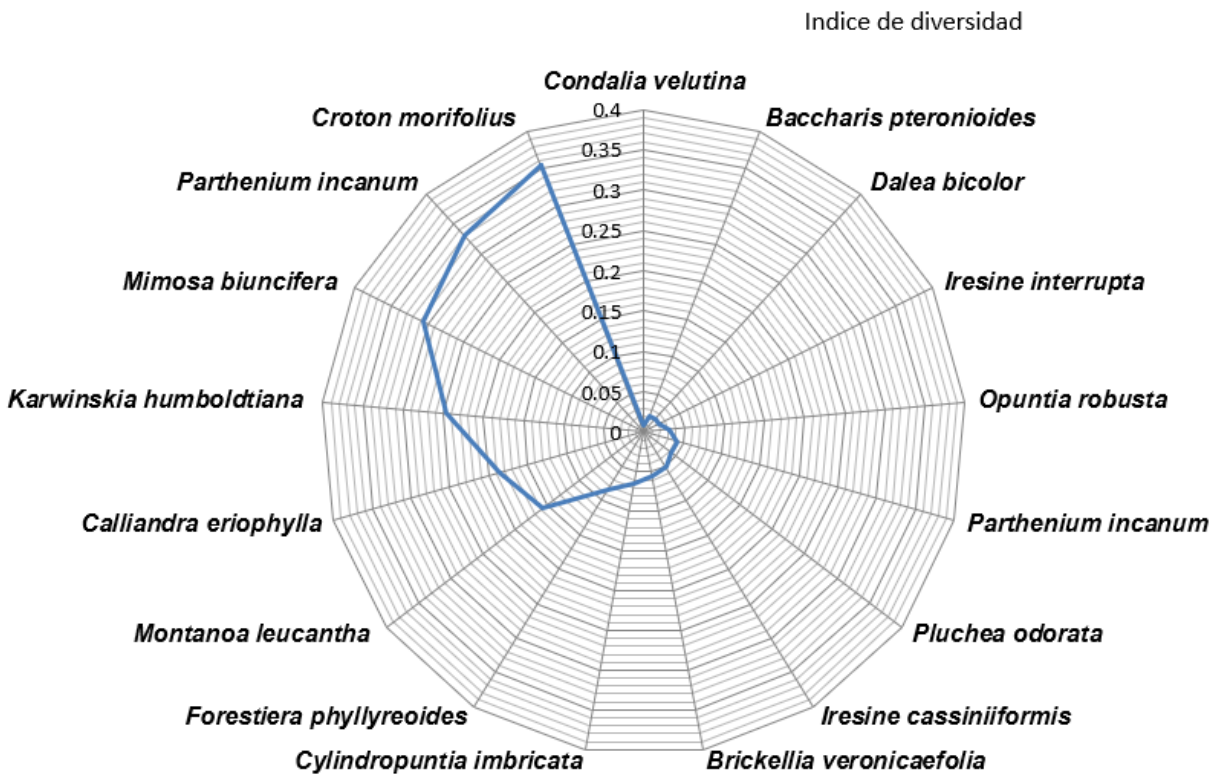
Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.41. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



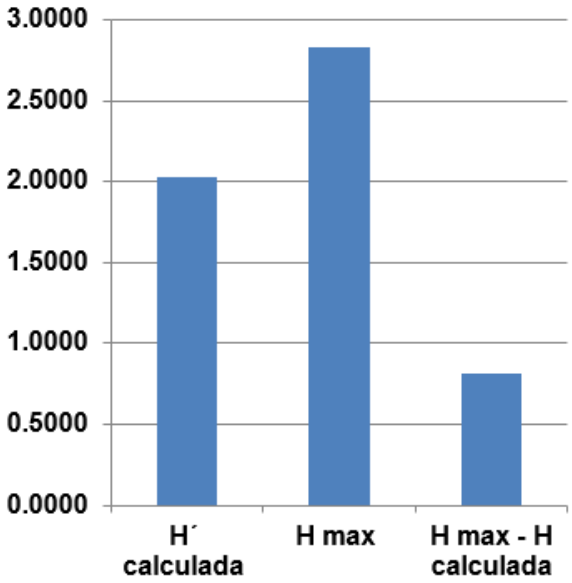
Grafica IV.42. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H´ calculada	**2.0252**
H max	**2.8332**
H max - H calculada	**0.8081**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.7148**
Riqueza S =	**17**



El estrato arbustivo de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **17** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7148**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **2.0252**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la

homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

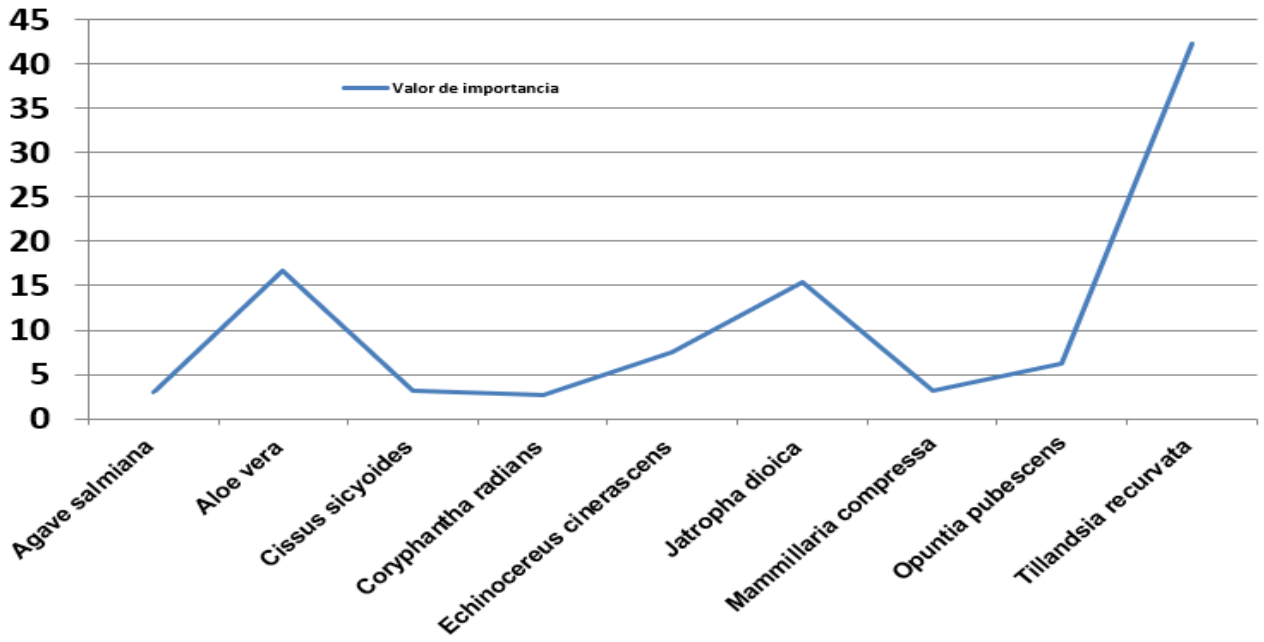
El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **17** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **67.68**%.

Selva baja caducifolia (Trepadoras, epifitas y suculentas chicas):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Tillandsia recurvata*" la cual registra un 55.77%, le sigue el *Aloe vera* con 21.09% y por último la *Jatropha dioica* con el 15.39%, que tiene una importancia por encima del **92.25%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.94. Parámetros bióticos de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Agave salmiana*	Maguey	20	0.58	0.94	7.69	3.07	0.76
2	*Aloe vera*	Sabila	56	1.63	40.54	7.69	16.62	21.09
3	*Cissus sicyoides*	Uva de cerro	4	0.12	1.63	7.69	3.15	0.87
4	*Coryphantha radians*	Biznagita	4	0.12	0.03	7.69	2.61	0.07
5	*Echinocereus cinerascens*	Pitayito	236	6.88	0.02	15.38	7.43	3.45
6	*Jatropha dioica*	Sangregado	1040	30.30	0.47	15.38	15.39	15.39
7	*Mammillaria compressa*	Biznaga	56	1.63	0.08	7.69	3.14	0.86
8	*Opuntia pubescens*	Tajazillo	96	2.80	0.69	15.38	6.29	1.75
9	*Tillandsia recurvata*	Gallito pequeño	1920	55.94	55.60	15.38	42.31	55.77
	TOTAL		**3432**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**



Grafica IV.43. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia evaluado.

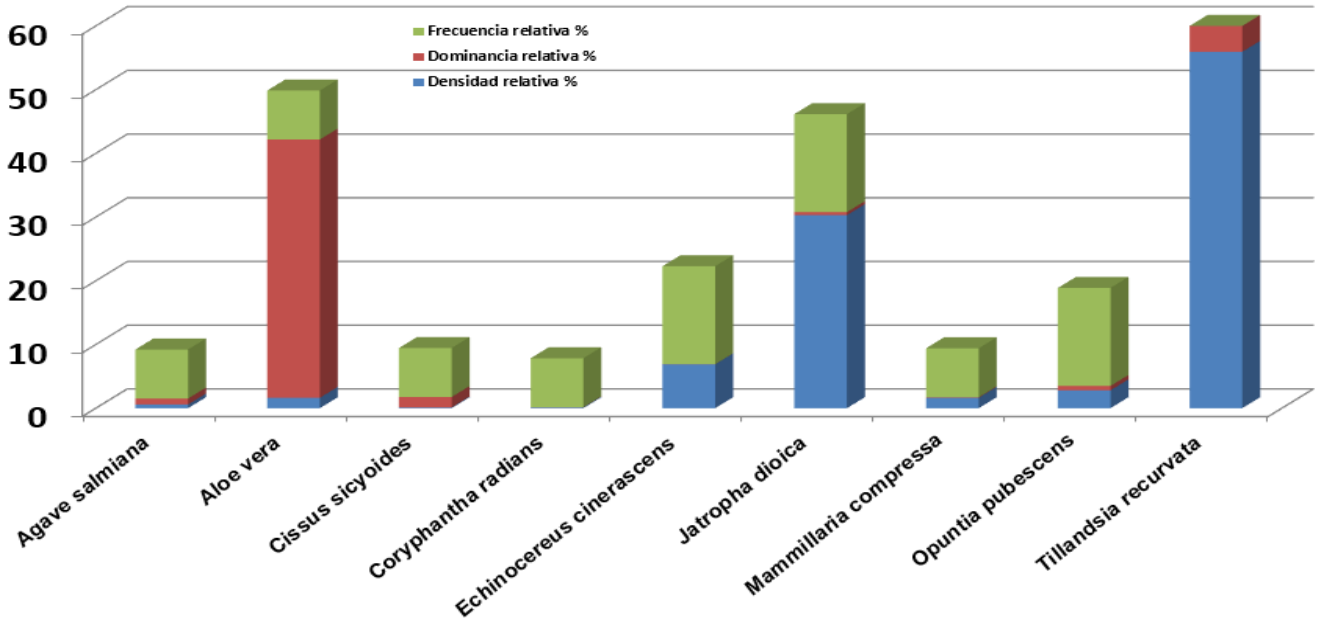


Grafico IV.44. Muestra los valores de densidad, frecuencia y domincia relativa estimados

El índice de diversidad para las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.36179), *Tillandsia recurvata* (0.32493) y *Echinocereus cinerascens* (0.18409); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Cissus sicyoides* con 0.00787, *Coryphantha radians* con 0.00787 y *Agave salmiana* con un valor de 0.02998.

Tabla IV.95. Índice de Diversidad de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind Sitios (5 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Agave salmiana*	Maguey	5	20	0.02998
2	*Aloe vera*	Sabila	14	56	0.06715
3	*Cissus sicyoides*	Uva de cerro	1	4	0.00787
4	*Coryphantha radians*	Biznagita	1	4	0.00787
5	*Echinocereus cinerascens*	Pitayito	59	236	0.18409
6	*Jatropha dioica*	Sangregado	260	1040	0.36179
7	*Mammillaria compressa*	Biznaga	14	56	0.06715
8	*Opuntia pubescens*	Tajazillo	24	96	0.10004
9	*Tillandsia recurvata*	Gallito pequeño	480	1920	0.32493
		TOTAL	**858**	**3432** Σni=N	**1.1509** Σpi x LN(Pi)

Riqueza S=	**9**
Resultado: H' =	**1.1509**
Resultado: J' =	**0.5238**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' = H' / LN S

H'= 1.1509 J= 0.5238

LNS= 2.1972

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

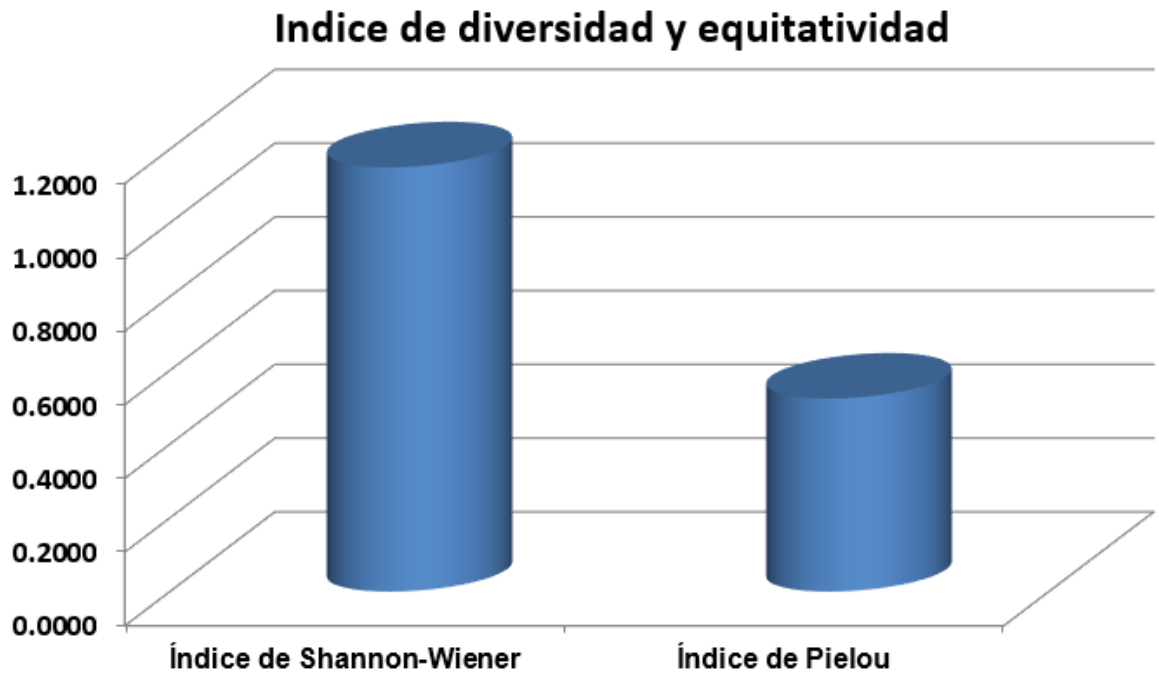


Grafico IV.45. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.

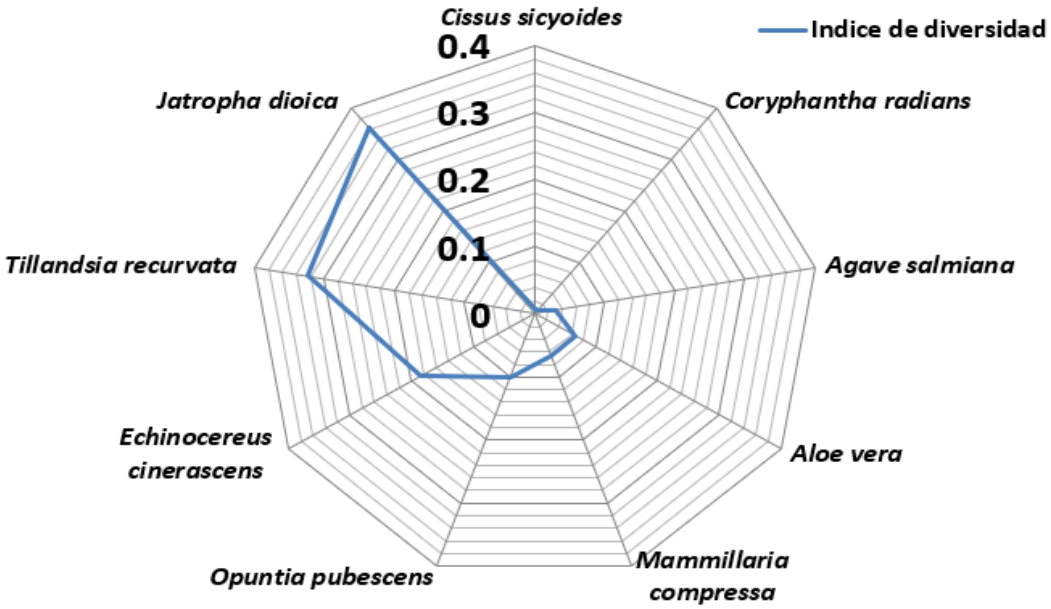


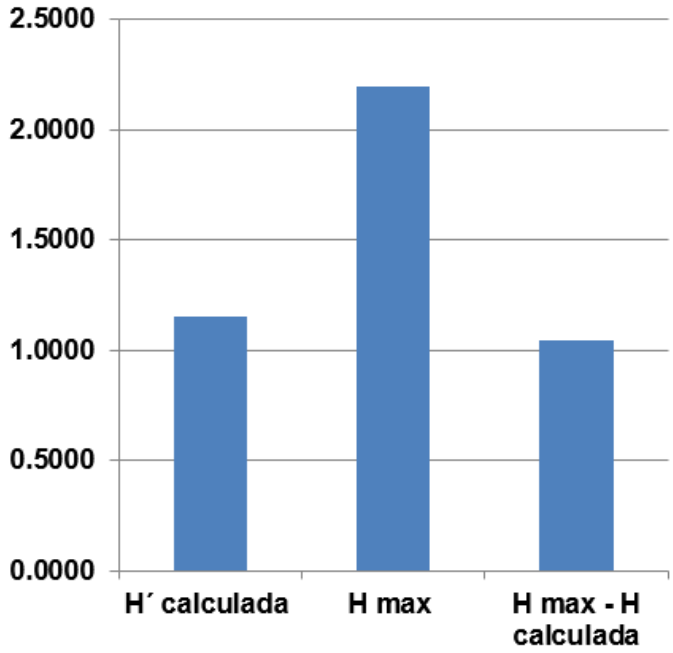
Grafico IV.46. Muestra los valores de diversidad de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	
H´ calculada	**1.1509**
H max	**2.1972**
H max - H calculada	**1.0463**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.5238**
Riqueza S =	**9**



De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5238**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1509**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

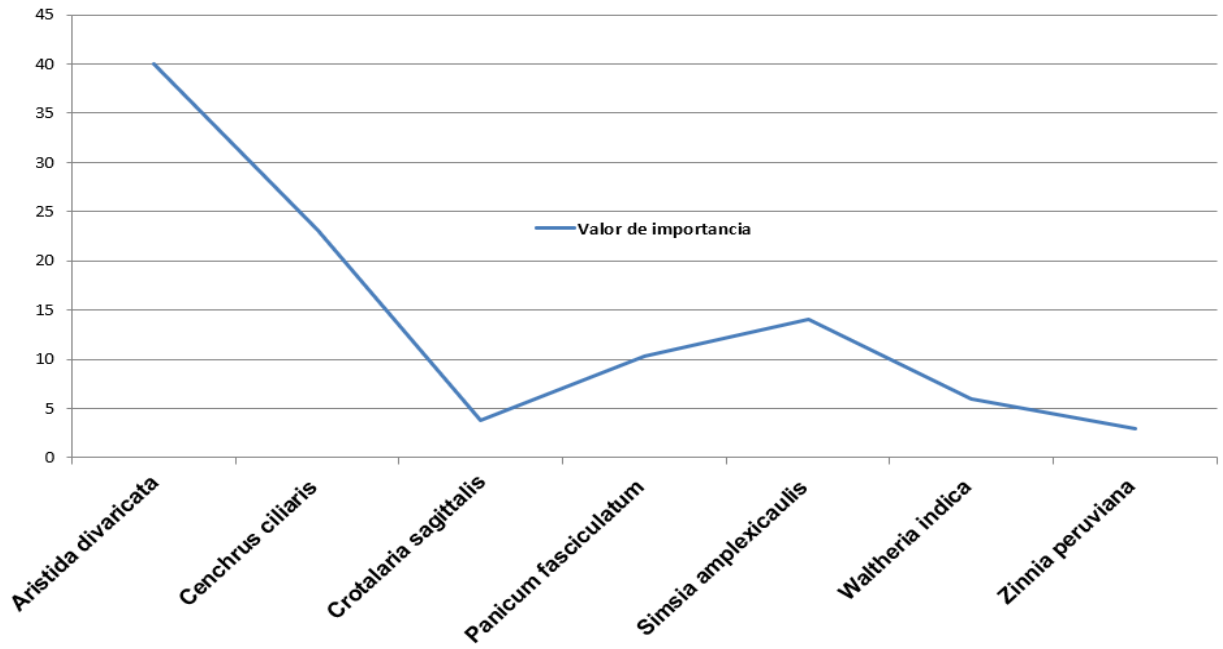
El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **92.25%.**

Selva baja caducifolia (Estrato herbáceo):

Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **07** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.37%), *Cenchrus ciliaris* (26.89%) y *Simsia amplexicaulis* (9.45%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **84.71%.**

Tabla IV.96. Parámetros bióticos del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia del área de estudio.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Aristida divaricata*	Pasto tres barbas	206000	51.24	45.49030	23.08	39.94	48.37
2	*Cenchrus ciliaris*	Zacate buffel	108000	26.87	26.92361	15.38	23.06	26.89
3	*Crotalaria sagittalis*	Sonaja	6000	1.49	2.07025	7.69	3.75	1.78
4	*Panicum fasciculatum*	Zacate guinea	44000	10.95	4.59251	15.38	10.31	7.77
5	*Simsia amplexicaulis*	Acahualillo	24000	5.97	12.93907	23.08	14.00	9.45
6	*Waltheria indica*	Tapacola	10000	2.49	7.76344	7.69	5.98	5.13
7	*Zinnia peruviana*	Mal de ojo	4000	1.00	0.22083	7.69	2.97	0.61
	TOTAL		**402000**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.47. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.

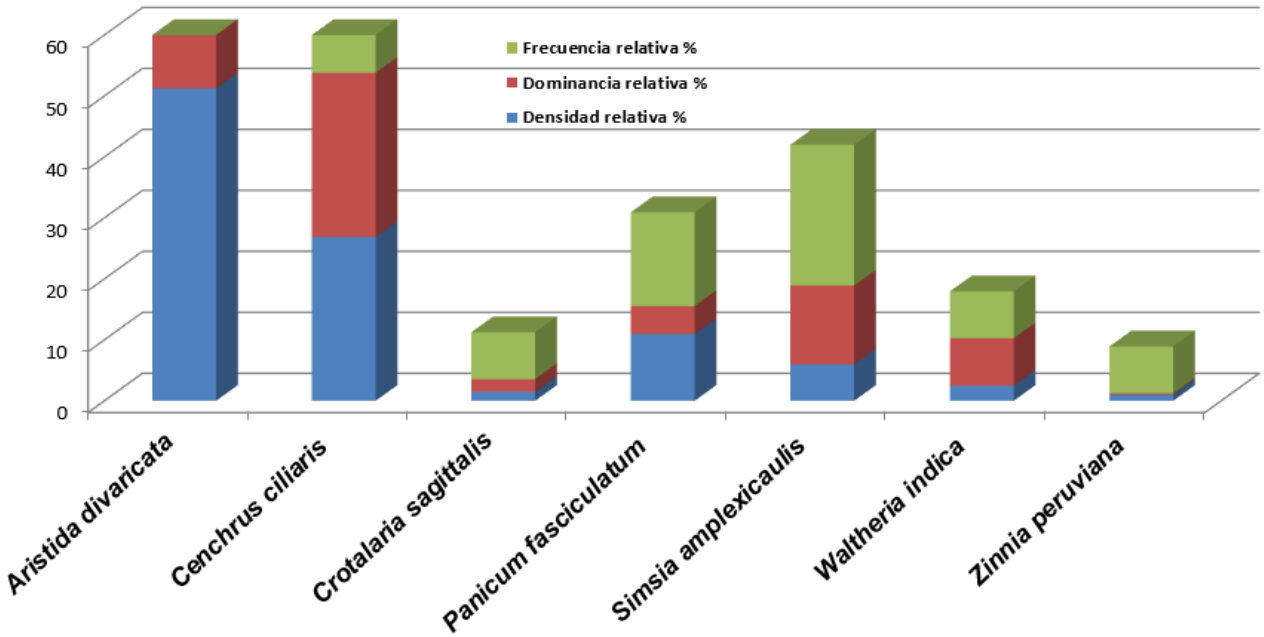


Grafico IV.48. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.3426, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.3531 y *Panicum fasciculatum* con 0.24214; por último, los más bajos son *Zinnia peruviana* con 0.04587*, Crotalaria sagittalis* con 0.06276 y *Waltheria indica* con 0.09189.

Tabla IV.97. Índice de Diversidad de especies herbáceo de la selva baja caducifolia.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (5 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Aristida divaricata*	Pasto tres barbas	103	206000	0.34260
2	*Cenchrus ciliaris*	Zacate buffel	54	108000	0.35310
3	*Crotalaria sagittalis*	Sonaja	3	6000	0.06276
4	*Panicum fasciculatum*	Zacate guinea	22	44000	0.24214
5	*Simsia amplexicaulis*	Acahualillo	12	24000	0.16826
6	*Waltheria indica*	Tapacola	5	10000	0.09189
7	*Zinnia peruviana*	Mal de ojo	2	4000	0.04587
		TOTAL	**201**	**402000** Σni=N	**1.3066** Σpi x LN(Pi)
		Riqueza S=	**7**		
		Resultado: H' =	**1.3066**		
		Resultado: J' =	**0.6715**		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

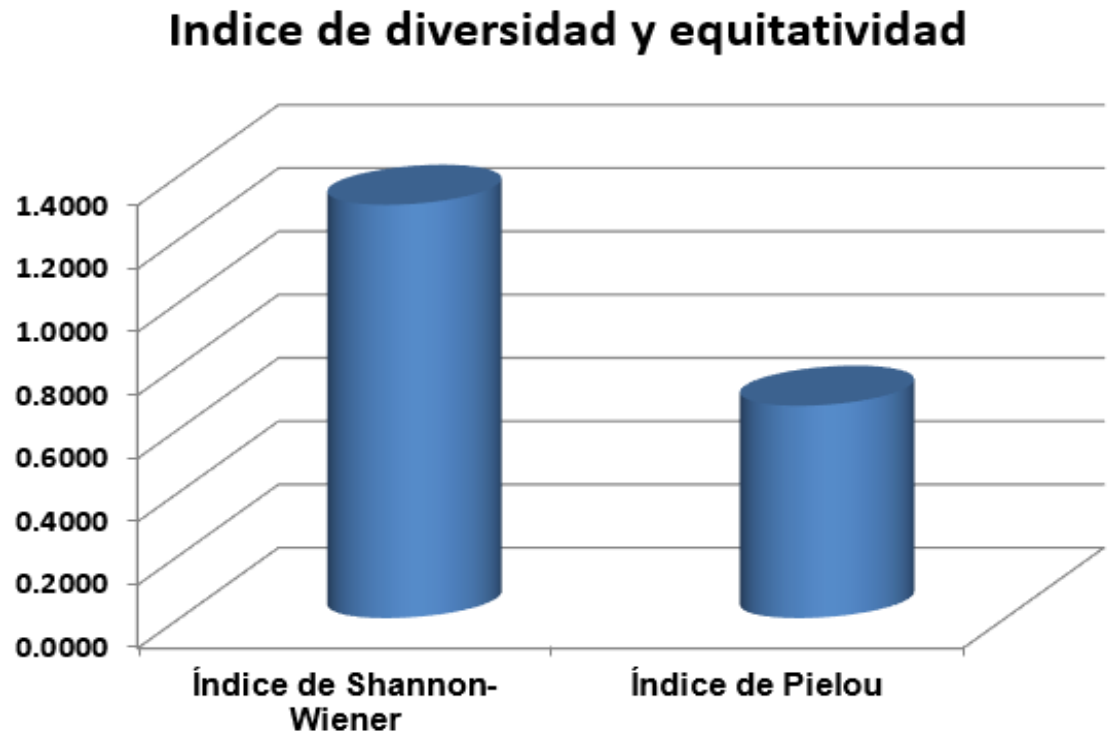
Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

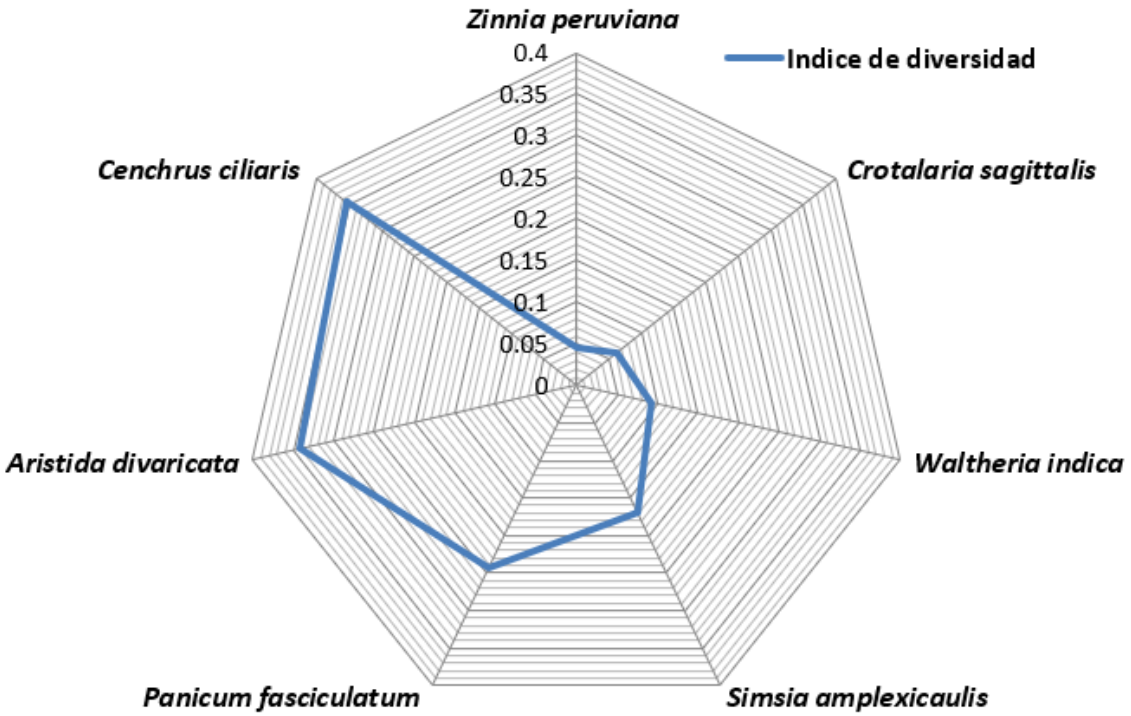
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 1.3066 **LN= 1.9459** **J= 0.6715**

Dónde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.49. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.



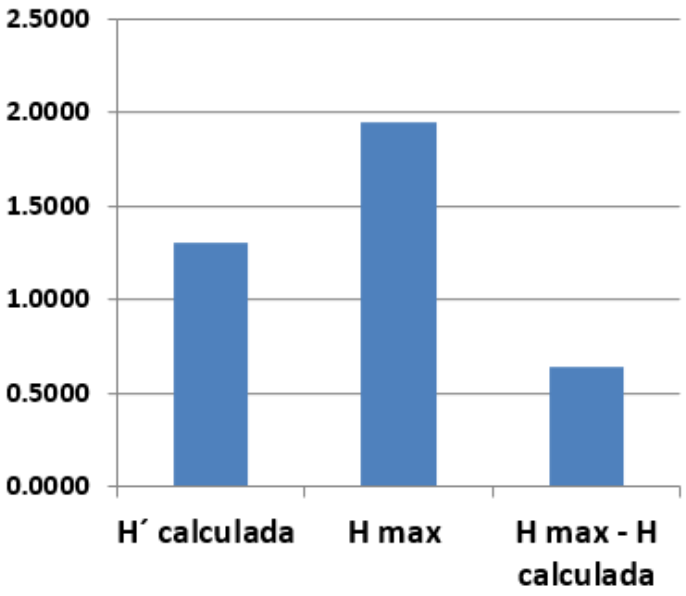
Grafica IV.50. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H´ calculada	**1.3066**
H max	**1.9459**
H max - H calculada	**0.6393**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.6715**
Riqueza S =	**7**



El estrato herbáceo de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6715**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H´** es de **1.3066**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la

homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.71%**.

Bosque de galería (estrato arbóreo):

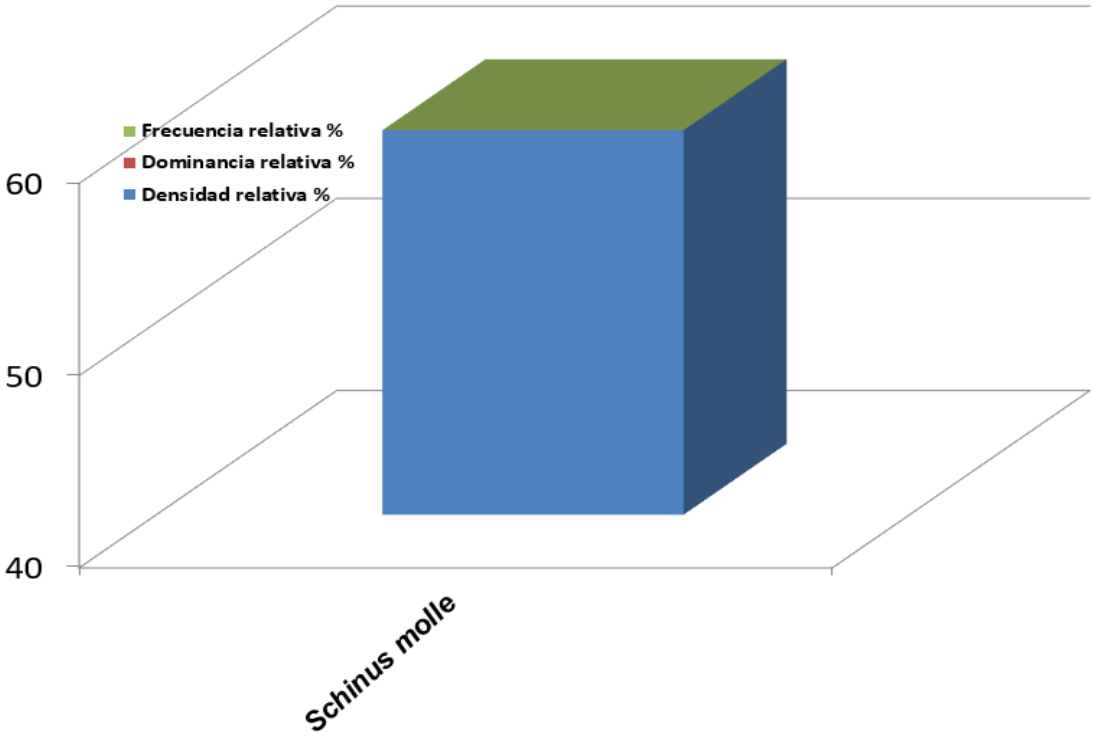
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbóreo del bosque de galería en cobertura vegetal es el *Schinus molle*" la cual registra un 100.0%, y tiene una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.

Tabla IV.98. Parámetros bióticos del estrato arbóreo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Schinus molle*	Pirul	200	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	TOTAL		**200**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.51. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo evaluado.



Grafica IV.52. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbóreo del bosque de galería se observa que los valores más altos y con menor índice de diversidad fue el *Schinus molle* con un valor de 0.0.

Tabla IV.99. Índice de Diversidad de especies arbóreas del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 1 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Schinus molle*	Pirul	2	200	0.00000
		TOTAL	**2**	**200** **Σni=N**	**0.0000** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**1**
Resultado: H' =	**0.0000**
Resultado: J' =	**0.0000**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

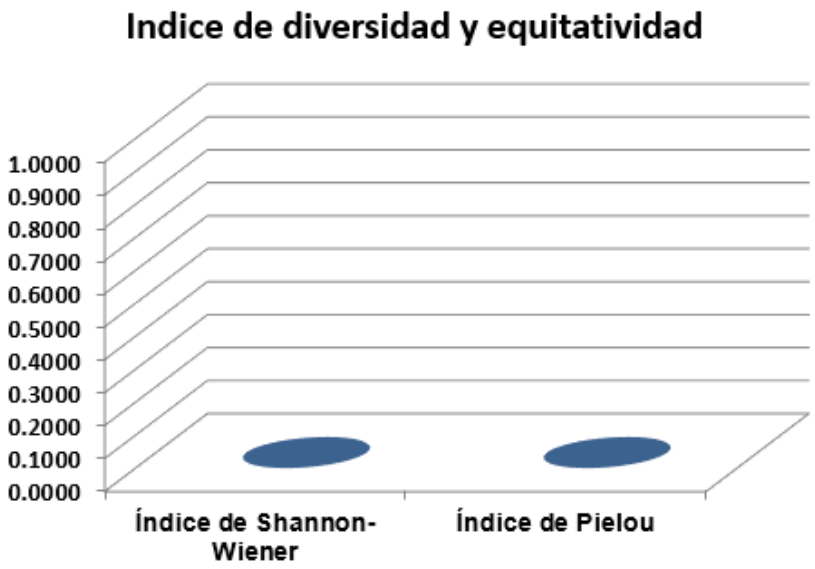
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

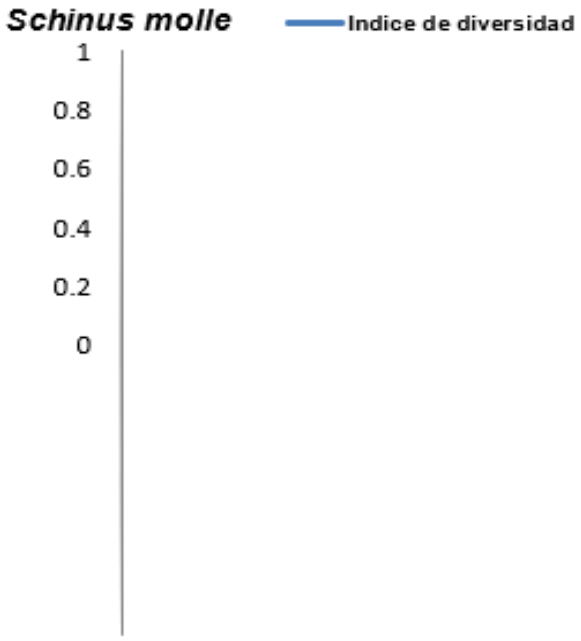
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 0.0000 **LNS= 0.0000** **J= 0.0000**

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.53. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



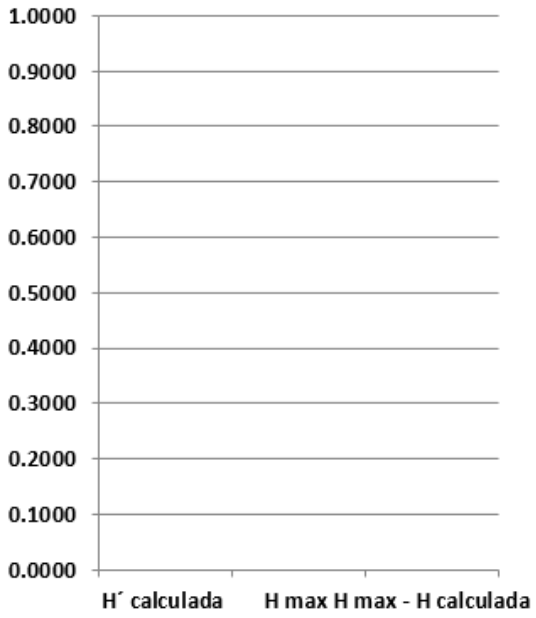
Grafica IV.54. Muestra los valores de diversidad del estrato arbóreo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBÓREO	
H´ calculada	**0.0000**
H max	**0.0000**
H max - H calculada	**0.0000**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.0000**
Riqueza S =	**1**



El estrato arbóreo del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **01** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **0.00** y **H´** es de **0.00**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

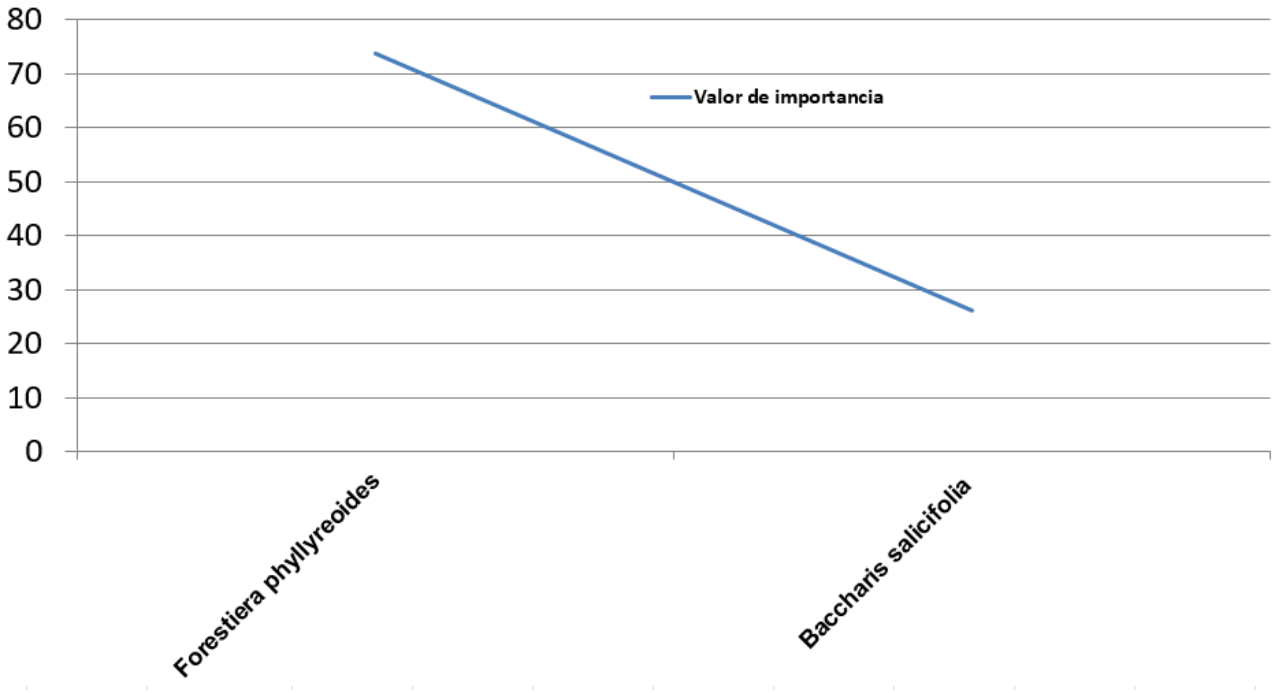
El resultado señala que el estrato arbóreo del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de las **01** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%.**

Bosque de galería (estrato arbustivo):

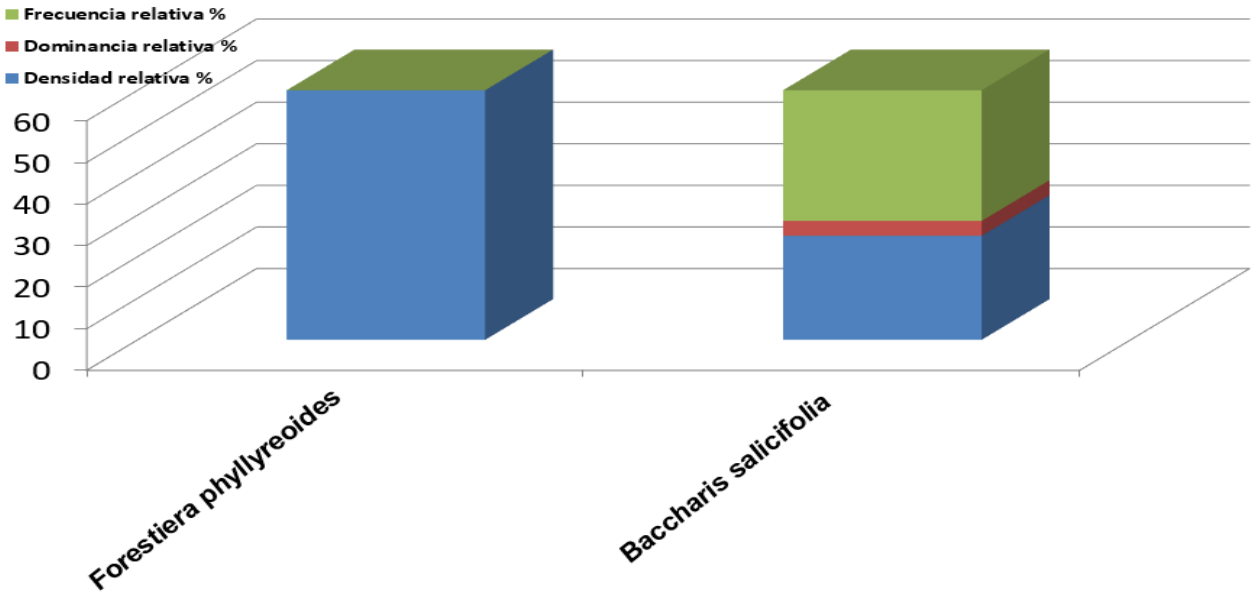
A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo del bosque de galería en cobertura vegetal es la "*Forestiera phyllyreoides*" con el 85.71%, que tiene una importancia por encima del **85.71%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

Tabla IV.100. Parámetros bióticos del estrato arbustivo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	300	75.00	96.43	50.00	73.81	85.71
2	*Baccharis salicifolia*	Jara blanca	100	25.00	3.57	50.00	26.19	14.29
	TOTAL		**400**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.55. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



Grafica IV.56. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Baccharis salicifolia* (0.34657); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Forestiera phyllyreoides* con un valor de 0.21576.

Tabla IV.101. Índice de Diversidad de especies arbustivas del bosque de galería

No.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 1 Sitios	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Forestiera phyllyreoides*	Acebuche	3	300	0.21576
2	*Baccharis salicifolia*	Jara blanca	1	100	0.34657
		TOTAL	**4**	**400** **Σni=N**	**0.5623** **Σpi x LN(Pi)**

Riqueza S=	**17**
Resultado: H' =	**0.5623**
Resultado: J' =	**0.1985**

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

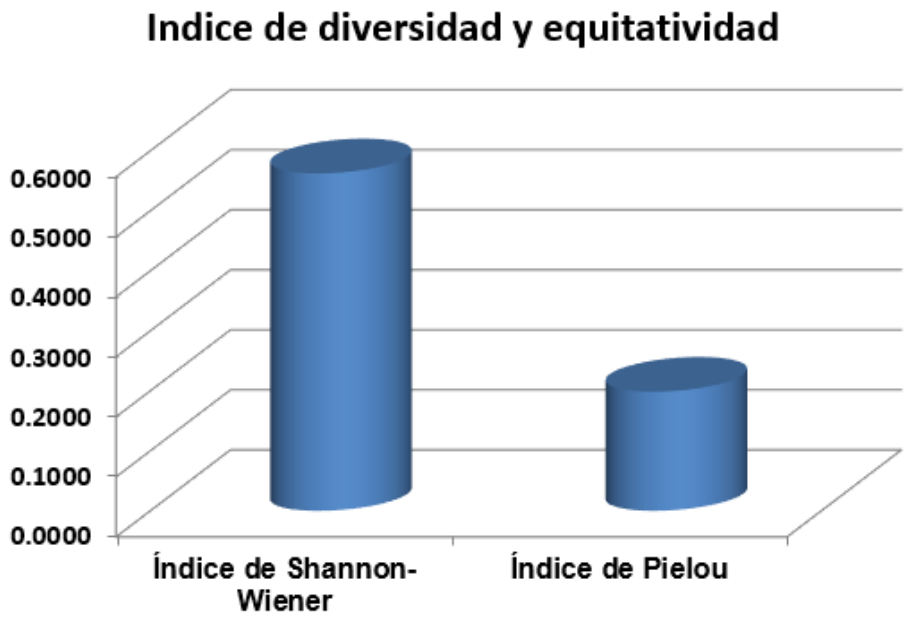
$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos
Índice de Equitatividad de Pielou (J')

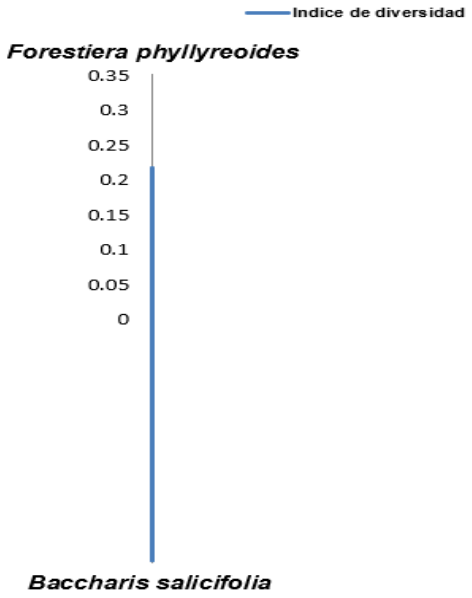
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 0.5623 **LNS= 2.8332** **J= 0.1985**

Donde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.57. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.



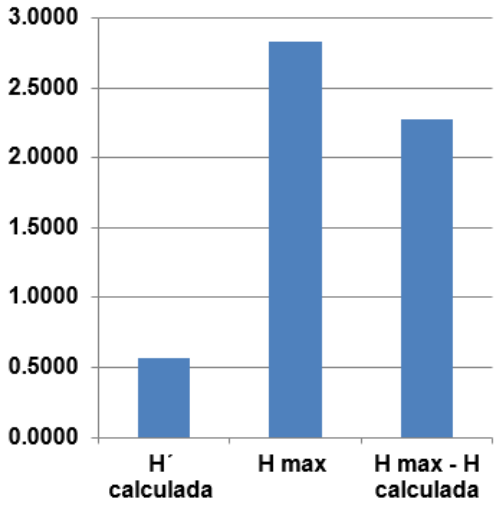
Grafica IV.58. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H´ calculada	**0.5623**
H max	**2.8332**
H max - H calculada	**2.2709**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.1985**
Riqueza S =	**2**



El estrato arbustivo de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **02** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.1985**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **0.5623**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de las **02** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **85.71%**.

Bosque de galería (Estrato herbáceo):

Parámetros bióticos del bosque de galería del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **01** especies del estrato herbáceo del bosque de galería, siendo el *Jaltomata procumbens* (100.00), que presenta el mayor índice de importancia con el **100.0%.**

Tabla IV.102. Parámetros bióticos del estrato herbáceo del bosque de galería del área de estudio.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	*Jaltomata procumbens*	Jaltomatillo	40000	100.00	100.0	100.00	100.00	100.00
	TOTAL		**40000**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Grafica IV.59. Muestra los valores de Indice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.

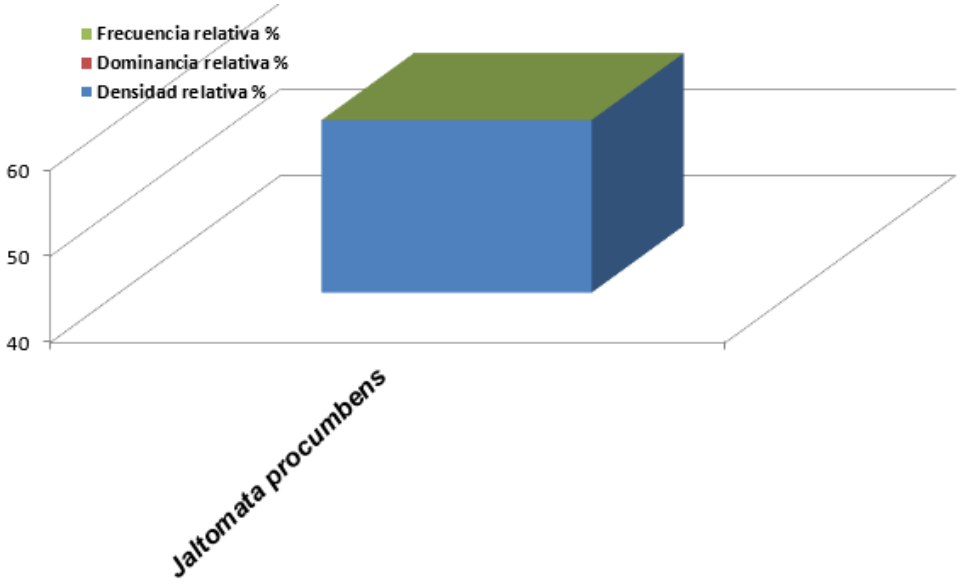


Grafico IV.60. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo del bosque de galería se observa que, los valores más altos y los más bajos son para la *Jaltomata procumbens* con 0.00.

Tabla IV.103. Índice de Diversidad de especies herbáceo del bosque de galería.

No.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (1 sitios)	No. de ind./ha	Índice de diversidad
1	*Jaltomata procumbens*	Jaltomatillo	4	40000	0.00000
		TOTAL	**4**	**40000** Σni=N	**0.0000** Σpi x LN(Pi)
		Riqueza S=	**1**		
		Resultado: H' =	**0.0000**		
		Resultado: J' =	**0.0000**		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (LN\ Pi)$$

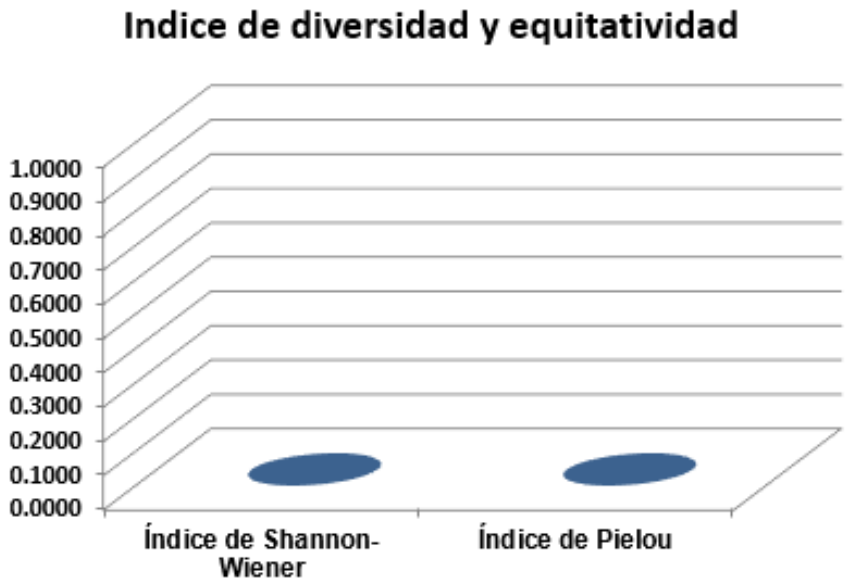
Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total
(N): Pi= ni/ N
N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

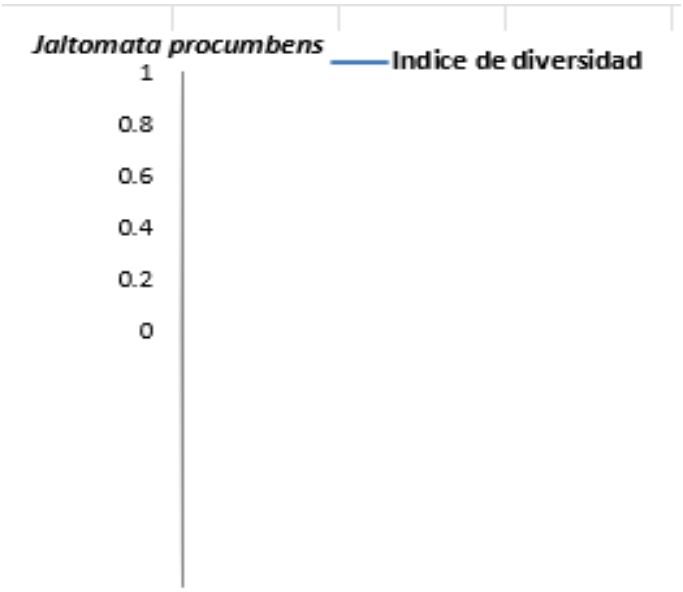
$$J' = \frac{H'}{LN\ S}$$

H'= 0.0000 **LN= 0.0000** **J= 0.0000**

Dónde:
H´ = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.



Grafica IV.61. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.



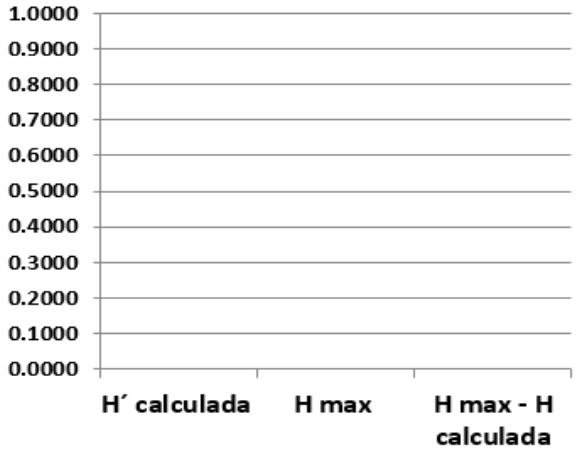
Grafica IV.62. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H´ calculada	**0.0000**
H max	**0.0000**
H max - H calculada	**0.0000**
Equidad (J) = H/Hmax =	**0.0000**
Riqueza S =	**1**



El estrato herbáceo de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **01** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.00**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **0.00** y **H´** es de **0.00**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de ***S***, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **01** especies (derivado a su abundancia) de las **01** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **100.00%**.

IV.2.1.3 Análisis de diversidad de la vegetación

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística de la Microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) (cuenca hidrológica forestal (CHF)):

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. **Riqueza específica**: número de especies que tiene un ecosistema o ecosistemas.

2. **Equitabilidad**: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme un ecosistema.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

En este apartado se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro de la unidad de análisis de la subcuenca en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Unidad de análisis Microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) (cuenca hidrológica forestal (CHF))

Selva baja caducifolia:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 62.13%, le sigue la "*Prosopis laevigata*" con el 8.11% y la "*Celtis pallida*" con el 6.65%, que juntas tienen una importancia por encima del **76.89%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Croton morifolius*" la cual registra un 22.62%, le sigue la "*Montanoa leucantha*" con el 19.92% y la "*Karwinskia humboldtiana*" con el 15.56%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.10%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Echinocereus cinerascens*" la cual registra un 63.62%, le sigue el *Jatropha dioica* con 16.01% y por último la *Tillandsia recurvata* con el 11.85%, que tiene una importancia por encima del **91.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **14** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.55%), *Cenchrus ciliaris* (12.27%) y *Simsia amplexicaulis* (9.60%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **70.42%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides*

(0.27698), *Acacia farnesiana* (0.20156) y *Prosopis laevigata* (0.1749); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron el *Ipomoea murucoides*, *Bursera copallifera* y *Opuntia lasiacantha* con un valor de 0.01044, cada una

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.3657), *Karwinskia humboldtiana* (0.34207) y *Montanoa leucantha* (0.24591); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Mimosa biuncifera*, *Mimosa biuncifera* y *Dalea bicolor* cada uno con un valor de 0.01396.

- ✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.3617), *Echinocereus cinerascens* (0.35742) y *Tillandsia recurvata* (0.33162); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Aloe vera* con 0.00219, *Agave salmiana* con 0.00401 y *Coryphantha radians* con un valor de 0.00729.

- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.36421, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.29926 y *Eragrostis cilianensis* con 0.23088; por último, los más bajos son *Crotalaria sagittalis* con *0.02556, Abutilon dugesii* con 0.04449 y *Waltheria indica* con 0.04449.

- ➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5101**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.3462**.

- ➢ El **estrato arbustivo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **20** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6698**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.9957** y **H´** es de **2.0064**.

- ➢ De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5273**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1585**.

- El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7083**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.8692**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **76.89%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **20** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.10**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **91.48%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **70.42%**.

Bosque de galería:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** del bosque de galería en cobertura vegetal es el *Schinus molle*" la cual registra un 96.53%, y tiene una importancia por encima del **96.53%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** del bosque de galería en cobertura vegetal es la "*Celtis caudata*" la cual registra un 46.15% y la "*Forestiera phyllyreoides*" con el 43.54%, que juntas tienen una importancia por encima del **89.69%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos del bosque de galería del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **03** especies del estrato herbáceo del bosque de galería, siendo el *Cyperus hermaphroditus* (84.98), que presentan el mayor índice de importancia con el **84.98%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Prosopis laevigata* (0.14979); mientras que la especie con menor índice de diversidad fue el *Schinus molle* con un valor de 0.04873.

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Forestiera phyllyreoides* (0.35581) y *Celtis caudata* (0.32655); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Baccharis salicifolia* con 0.16058 y *Ricinus communis* con un valor de 0.24414.

✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** del bosque de galería se observa que, los valores más altos, fue para la especie de *Eclipta prostrata* con 0.19427; por último, los más bajos son *Jaltomata procumbens* con 0.09222 y *Cyperus hermaphroditus* con 0.09482

➢ El **estrato arbóreo** del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **02** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.2864**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **0.6931** y **H´** es de **0.1985**.

➢ El **estrato arbustivo** del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7842**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **1.3863** y **H´** es de **1.087**.

- El **estrato herbáceo** de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **03** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.3471**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.0986** y **H´** es de **0.3813**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **89.69%**..

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **19** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **46.09**%.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **01** especies (derivado a su abundancia) de las **03** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.98%**.

Tabla IV.104. Resumen de Indicadores de diversidad

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	1.3462	0.5101
	Estrato arbustivo	20	2.0064	0.6698
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1585	0.5273
	Estrato herbáceo	14	1.8692	0.7083
Bosque de galería	Estrato arbóreo	2	0.1985	0.2864
	Estrato arbustivo	4	1.0871	0.7842
	Estrato herbáceo	3	0.3813	0.3471

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística de los Predios de cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) del proyecto en estudio

Selva baja caducifolia:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 27.56%, le sigue la "*Acacia farnesiana*" con el 18.55% y la "*Celtis pallida*" con el 12.37%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Karwinskia humboldtiana*" la cual registra un 26.67%, le sigue la "*Croton morifolius*" con el 23.03% y la "*Mimosa biuncifera*" con el 17.98%, que juntas tienen una importancia por encima del **67.68%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Tillandsia recurvata*" la cual registra un 55.77%, le sigue el *Aloe vera* con 21.09% y por último la *Jatropha dioica* con el 15.39%, que tiene una importancia por encima del **92.25%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **07** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.37%), *Cenchrus ciliaris* (26.89%) y *Simsia amplexicaulis* (9.45%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **84.71%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.36033), *Acacia farnesiana* (0.33268) y *Celtis pallida* (0.25196); mientras que las

especies con menor índice de diversidad fueron la *Ehretia anacua* con 0.02853, *Opuntia lasiacantha* con 0.03946 y *Bursera copallifera* con un valor de 0.08374.

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.35432), *Parthenium incanum* (0.33072) y *Mimosa biuncifera* (0.30622); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Condalia velutina* con 0.00853, *Baccharis pteronioides* con 0.02136 y *Dalea bicolor* con un valor de 0.02136.

- ✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.36179), *Tillandsia recurvata* (0.32493) y *Echinocereus cinerascens* (0.18409); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Cissus sicyoides* con 0.00787, *Coryphantha radians* con 0.00787 y *Agave salmiana* con un valor de 0.02998.

- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.3426, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.3531 y *Panicum fasciculatum* con 0.24214; por último, los más bajos son *Zinnia peruviana* con 0.04587, *Crotalaria sagittalis* con 0.06276 y *Waltheria indica* con 0.09189.

- ➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **12** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8056**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.4849** y **H´** es de **2.0019**.

- ➢ El **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **17** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7148**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **2.0252**.

- ➢ De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5238**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1509**.

- ➢ El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **07** especies, de las cuales tienen una

distribución de **0.6715**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H´** es de **1.3066**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **12** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.48%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **17** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **67.68**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **92.25%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.71%**.

Bosque de galería:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** del bosque de galería en cobertura vegetal es el *Schinus molle*" la cual registra un 100.0%, y tiene una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** del bosque de galería en cobertura vegetal es la "*Forestiera phyllyreoides*" con el 85.71%, que tiene una importancia

por encima del **85.71%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **01** especies del estrato herbáceo del bosque de galería, siendo el *Jaltomata procumbens* (100.00), que presenta el mayor índice de importancia con el **100.0%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** del bosque de galería se observa que los valores más altos y con menor índice de diversidad fue el *Schinus molle* con un valor de 0.0.

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** del bosque de galería se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Baccharis salicifolia* (0.34657); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Forestiera phyllyreoides* con un valor de 0.21576.

✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** del bosque de galería se observa que, los valores más altos y los más bajos son para la *Jaltomata procumbens* con 0.00.

➢ El **estrato arbóreo** del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **01** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **0.00** y **H´** es de **0.00**.

➢ El **estrato arbustivo** del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **02** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.1985**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **0.5623**.

➢ El **estrato herbáceo** de la vegetación del bosque de galería del área en estudio, posee una riqueza especifica de **01** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.00**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **0.00** y **H´** es de **0.00**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de las **01** especies

registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **una** de las **02** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **85.71%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad del bosque de galería presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **01** especies (derivado a su abundancia) de las **01** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **100.00%**.

Tabla IV.105. Resumen de Indicadores de diversidad

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	12	2.0019	0.8056
	Estrato arbustivo	17	2.0252	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1509	0.5238
	Estrato herbáceo	7	1.3066	0.6715
Bosque de galería	Estrato arbóreo	1	0.0	0.0
	Estrato arbustivo	2	0.5623	0.1985
	Estrato herbáceo	1	0.0	0.0

Análisis comparativo de los predios de CUSTF con la unidad de análisis cuenca en estudio, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional).

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso, cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para esté índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y la cuenca que contienen, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo, apertura de caminos para acceso para sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa. El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea en esta comunidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) como en área del Proyecto (tabla IV.106).

Tabla IV.106. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y a nivel predios CUSTF.

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)		Índice de equidad de Pielou (J`)	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	12	1.3462	2.0019	0.5101	0.8056
	Estrato arbustivo	20	17	2.0064	2.0252	0.6698	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	9	1.1585	1.1509	0.5273	0.5238
	Estrato herbáceo	14	7	1.8692	1.3066	0.7083	0.6715
Bosque de galería	Estrato arbóreo	2	1	0.1985	0.0	0.2864	0.0
	Estrato arbustivo	4	2	1.0871	0.5623	0.7842	0.1985
	Estrato herbáceo	3	1	0.3813	0.0	0.3471	0.0

Tabla IV.107. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de selva baja caducifolia presentes a nivel Cuenca hidrológica forestal o Sistema Ambiental Regional y del o los predios sujetos a CUSTF

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	196	320
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	88	168
3	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	1612	432
4	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	32	40
5	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	152	172
6	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	52	44
7	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate	4	0
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	116	72
9	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	28	120
10	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	156	40
11	*Schinus molle* L.	Pirul	8	0
12	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	3	32
13	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	8
14	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	3	12
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	4	12
2	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	84	40
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	12	0
4	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	48	220
5	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	12	4
6	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	572	852
7	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	24	48
8	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	192	68
9	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	80	36
10	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	16	12
11	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	416	352
12	*Lantana hirta* Graham	Cinco negritos	8	552

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
13	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	4	168
14	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	196	20
15	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	12	28
16	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	8	28
17	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	24	0
18	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Tronador	20	0
19	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	1	60
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	2	12
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	24	4
2	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	16	4
3	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	6900	236
4	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	4548	1040
5	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	116	56
6	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	152	96
7	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	3264	1920
8	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina* (Trel.) Gentry	Maguey	8	20
9	*Aloe vera* L.	Sabila	4	56
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Abutilon dugesii* S.Watson	Farolito	4000	0
2	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Pasto tres barbas	176000	206000
3	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	70000	108000
4	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Amor de viejo	12000	0
5	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch.	Zacate apesto	42000	0
6	*Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violeta verde	6000	0
7	*Panicum fasciculatum* Sw	Zacate guinea	28000	44000
8	*Rivinia humilis* L.	Coralillo	14000	0
9	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahualillo	32000	24000
10	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Diente de León	6000	0
11	*Tetramerium nervosum* Ness.	Olotillo	14000	0
12	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Mal de Ojo	8000	4000

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
13	*Crotalaria sagittalis* L.	Sonaja	200	6000
14	*Waltheria indica* L.	Tapacola	4000	10000

Tabla IV.108. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de bosque de galería presentes a nivel Cuenca hidrológica forestal o Sistema Ambiental Regional y del predio sujeto a CUSTF

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	300	0
2	*Schinus molle* L.	Pirul	5700	200
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Celtis caudata* Planch.	Capulincillo	1000	0
2	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	500	300
3	*Ricinus communis* L	Higuerilla	200	0
4	*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	Jara blanca	100	100
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1				
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl.	Coquitos	360000	0
2	*Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry	Jaltomatillo	10000	40000
3	*Eclipta prostrata* (L.) L	Hierba de tajo	30000	0

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en la cuenca presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Acacia farnesiana, Celtis pallida, Opuntia streptacantha, Bursera copallifera, Calliandra eriophylla, Baccharis pteronioides, Croton morifolius, Lantana hirta, Mimosa biuncifera, Aloysia gratissima, Cenchrus ciliaris, Aristida divaricata, Jaltomata procumbens* y *Crotalaria sagittalis*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos secundarios, es por esto que estas especies *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis*, resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en los predios sujetos a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis,* también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y que de acuerdo al análisis de los muestreos se

infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) con densidades relativamente bajas.

Así mismo, se identificaron especies del estrato herbáceo de gramíneas tales como: *Aristida divaricata, Cenchrus ciliaris, Eragrostis cilianensis* y *Panicum fasciculatum*, lo que nos indica el nulo pastoreo de ganado de tipo vacuno, es nulo, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) se localizó la especie *Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis,* las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a amenazada (A), esta si se presentaron en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), y en el área del proyecto sujeto a CUSTF, la denominada biznaga (*Coryphantha radians (DC.) Britton & Rose*).

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, las comunidades analizadas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una equititividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en los ecosistemas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.

- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y en el área objeto de CUSTF.

- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una composición florística variable.

- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema

ambiental regional) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en el área de estudio (*Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis*) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos del área sujeta a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que lo datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

Análisis de Similitud entre comunidades de flora de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y el Proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizara un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) de los ecosistemas y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra.

Para establecer el grado de similitud entre la comunidad, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre la unidad de análisis (cuenca) y el área del proyecto. El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

Coeficiente de similitud de Bray-Curtis

Este índice de similitud de Bray-Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i-1}^{S} \left| X_{ij} - X_{ik} \right|}{\sum_{i-1}^{S} \left[X_{ij} + X_{ik} \right]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de

esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B).

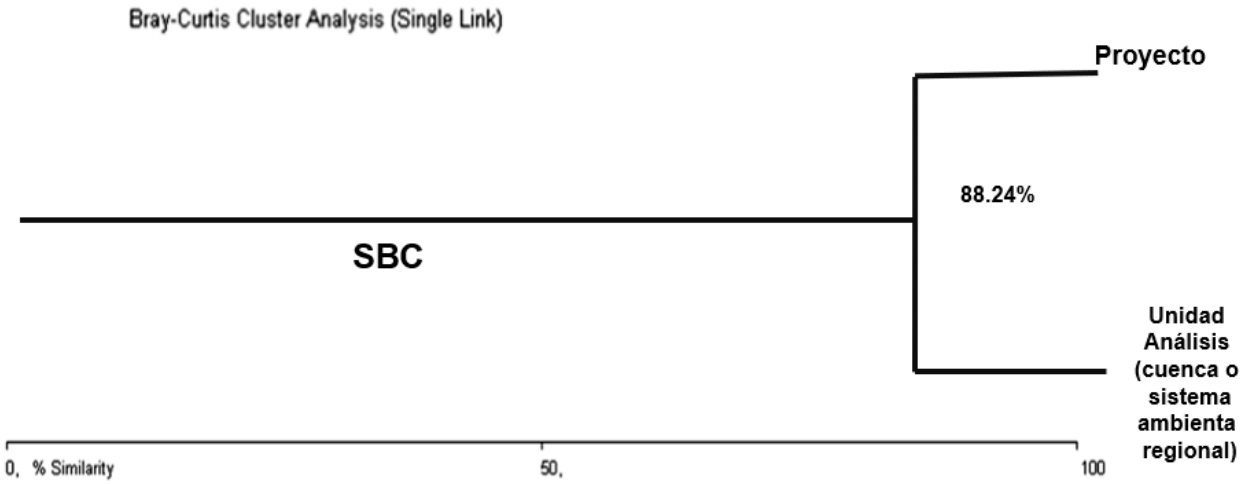
Método

Para comparar los registros de cada especie, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal) y los predios se computó usando y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

Vegetación de selva baja caducifolia:

Tabla IV.109. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de selva baja caducifolia entre el Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional). Ambas comparten un 88.24% de las especies.

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	57	45
Índice de Similitud	0.88	
% de Similitud	88.24%	

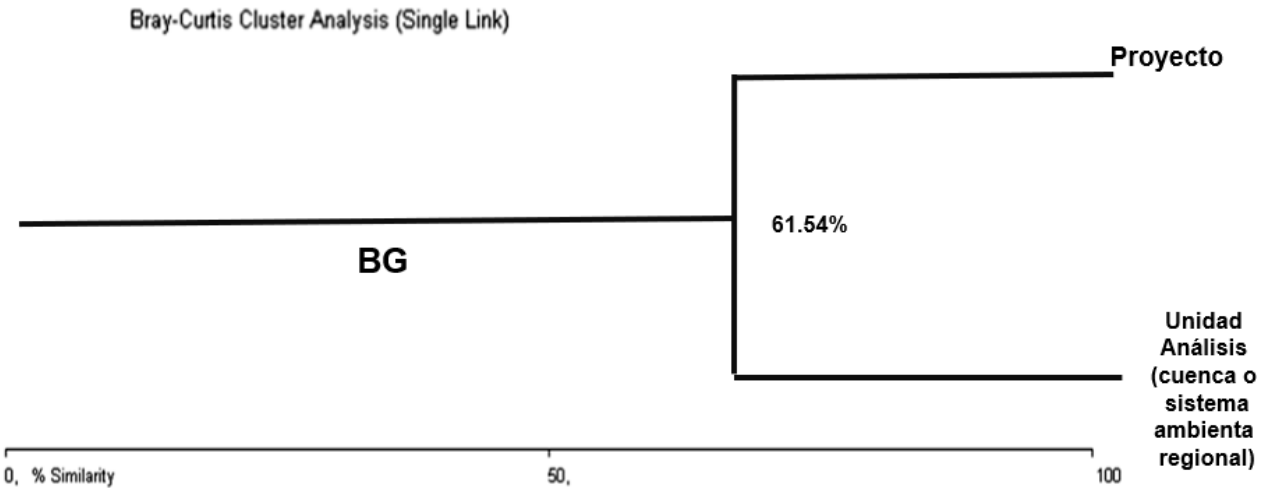


Grafica IV.63. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de selva baja caducifolia entre la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y los predios de CUSTF es de 88.24%.

Vegetación de bosque de galería:

Tabla IV.110. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de bosque de galería entre el Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional). Ambas comparten un 61.54% de las especies:

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	9	4
Índice de Similitud	0.62	
% de Similitud	61.54%	

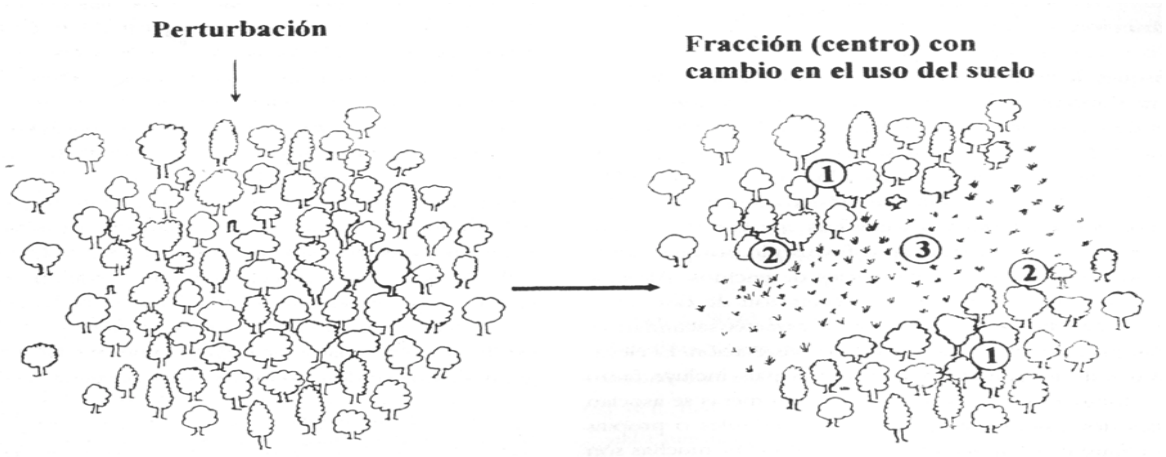


Grafica IV.64. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de bosque de galería entre la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y los predios de CUSTF es de 61.54%.

Por último, cabe señalar lo siguiente: entre las consecuencias del disturbio persistente provocado por actividades humanas (que comúnmente implican cambios en el uso del suelo) cabe destacar la modificación de la vegetación natural, conformada por una fragmentación de hábitats de diversos tipos; éstos aparecen en el escenario como mosaicos, en los cuales se alternan fracciones de un hábitat con diferentes estados de alteración. Ello significa el rompimiento de la continuidad de comunidades bióticas naturales y, como consecuencia, la aparición de diferentes condiciones de hábitat a las cuales se ven sometidas las especies de una comunidad. Esas condiciones son las que prevalecen en el interior, en las orillas (zonas de ecotono) y en el exterior de un bosque, y son conocidas como ambientes de fragmentación. En el caso del ambiente externo, y posiblemente el de las orillas, el disturbio podría afectar la propagación natural por vía sexual (semilla), pero tal vez favorezca especies que dependen de la vía asexual (producción de rebrotes) para su regeneración, por lo cual el efecto que se tiene actualmente está generando en la comunidad un efecto como el anteriormente mencionado, permitiendo con esto mitigar el impacto que se provoca por la realización del proyecto.

Por lo anterior, es importante conocer el estado que guardara la comunidad vegetal después del desarrollo del proyecto, (figura IV.11. Inciso A); actualmente y como producto de las diversas actividades antropogénicas se tiene el escenario (B), (figura IV.11, inciso B), en el cual se observa el efecto de fragmentación de los ecosistemas que se tiene y los procesos de sucesión que se están dando actualmente, principalmente debido a la ampliación de la frontera agrícola y el desorden en el establecimiento de los asentamientos humanos.

Figura IV.11. Esquema donde se observa el estado antes del proyecto y después del proyecto**.**



(A) (B)

En base al análisis antes mencionado se puede observar que los predios forestales, presentan un grado de alteración como se observa en la figura anterior en el inciso (B), por lo cual las medidas de mitigación descritas en el DTU, son las adecuadas ya que cumple con su misión y evitarán un deterioro mayor al que están expuestos los predios forestales dentro del área del proyecto. Y en lo referente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARTNAT-2010, así como las especies con importancia ecológica, se verán afectadas sus poblaciones ya que dentro de los predios de CUSTF serán afectadas debido a que se encuentran dentro de los mismos.

Usos y aprovechamiento de las especies

Con frecuencia los habitantes de una región dada, aprovechan en diferentes escalas algunos beneficios que les proporciona la vegetación. En el área estudiada no se observaron usos importantes por los habitantes de las localidades próximas.

A continuación, se hace una descripción de manera general de los usos de los recursos forestales en el área de estudio.

Característicos de zonas semiáridas y templadas (sierras y llanuras), los cuales son aprovechados principalmente para servicios ambientales, reforestación urbana y actividades de subsistencia. La vegetación incluye matorrales, pastizales, encinos y zonas ribereñas.

Aquí se detallan los usos y aprovechamientos identificados:

1. Usos de Especies Forestales Nativas

- Mezquite y Huizache: Son especies dominantes y características de la zona "Mezquital" en la región, utilizadas tradicionalmente para la obtención de leña y carbón de uso doméstico o local.
- Flora de Matorral y Semidesierto: Especies como el garambullo, granjeno, uña de gato y nopal son utilizadas por la población local, algunas de ellas con valor alimenticio y medicinal.
- Uso Ornamental y Ambiental: Especies nativas y adaptadas (incluyendo Palo de Dulce, Leucaena y Huizache) son seleccionadas en programas de reforestación municipal para rehabilitar la imagen urbana y mejorar el microclima.
- Restauración Ecológica: Especies nativas de hierbas, arbustos y árboles son fundamentales en proyectos de recuperación ecológica, especialmente en áreas como la microcuenca Santa Catarina, para combatir la pérdida de vegetación.

2. Especies Forestales Utilizadas

   Según los programas de reforestación y la flora local, las especies más comunes son:

- Árboles/Arbustos: Mezquite (*Prosopis laevigata*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Pirul (*Schinus molle*), Palo de Dulce, Ficus.
- Cactáceas: Garambullo, Nopal, Biznaga.

El aprovechamiento forestal en El Marqués busca equilibrar la necesidad de recursos locales con la conservación de los ecosistemas, particularmente ante la presión urbana y las condiciones áridas de la región

2) Curva de acumulación de especies mediante análisis estadísticos

Para el caso de la cuenca hidrológica forestal y para el área forestal del proyecto en estudio (CUSTF) por su gran dimensión en superficie si se realizaron muestreos y para si análisis se presente el siguiente procedimiento de curva de acumulación de especies.

Procedimiento. Para tener una confiabilidad estadística (95%) aceptable de la cantidad de muestreo realizada en campo, diseño y tipo de muestro de la diversidad registrada en el predio de la Cuenca Hidrológica Forestal, se consideró apropiado emplear los estimadores no paramétricos con los que cuenta el programa estadístico de cómputo llamado "*EstimateS*[9] ", donde se analiza la **riqueza de especies**, basados en cobertura, índices de diversidad, curvas de rarefacción etc. Es un programa muy generalizado en el mundo, siendo México uno de los que lo aplican por diversos investigadores. En este programa de cómputo están implementados, entre otros, los estimadores de Chao, ACE.

La razón de tomar en cuenta estos estimadores fue lo siguiente.

Chao. Es un estimador basado en la abundancia, es decir, que los datos que se requieren, como las muestras de la tabla siguiente, son la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase o muestra cualquier lista de especies de un sitio, localidad, cuadrante, unidad de tiempo etc. Como se menciona en varios estudios de la comunidad científica, destaca que la abundancia de las especies es un factor que determina su abundancia, pues todas las especies son iguales.

Por otro lado, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (como el de la tabla siguiente) comparado con las especies comunes.

Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) Microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) (selva baja caducifolia)

El estimador Chao1 se basa en presencia de las primeras (las más abundantes). Es decir, se requiere saber cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra, cuantas especies están representadas por exactamente dos individuos, aspectos que se observan en la tabla siguiente.

Su fórmula es: $$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S = número de especie en una muestra
L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies "únicas")
M = número de especies que ocurren exactamente dos muestras

Aplicación. Por ejemplo, en un caso hipotético donde dos especies están presentes en una sola muestra (la N° 3 y la 5; y tres especies están presentes en dos muestras, la N° 2, 4 y 6, por lo tanto, el valor del índice de diversidad es: 6.6

$$\textbf{Chao} = 6 + \frac{2^2}{2(3)} = 6 + \frac{4}{6} = 6 + 0.666 = 6.6$$

ACE. Es un estimador de cobertura basado en la abundancia. Separa las especies observadas en grupos de abundancia y raras, y utiliza las ultimas para estimaciones.

De acuerdo con los objetivos del CUSTF y con los datos obtenidos en la tabla siguiente, se decidió usar este programa estadístico (*EstimateS*[9]) dado que computa las fórmulas y procesos estadísticos de una serie de métodos de indicadores que miden la biodiversidad con los cuales es posible determinar la calidad del inventario, es decir, demostrar la confiabilidad sobre la cantidad de sitios muestreados fueron suficientes.

Suponiendo además que existe una diversidad alfa (riqueza de especies de un lugar determinado) lo cual se va a determinar a partir de un inventario a obtener con diferentes muestreos (5).

El proceso de su empleo consistió en:

- Resumen de especies y abundancia por sitio, fueron 5 sitios de 500 m^2, 46 especies y 5, 254 individuos ver tabla siguiente.

Se observa que hay especies con una abundancia alta de hasta 1, 725 individuos (*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.) y 2 especies con una abundancia muy baja 1 individuo.

- Elaboración de matriz o base de datos en un archivo txt., con su propio nombre, a partir de los datos, dado que así se requiere en el programa estadístico de cómputo "*EstimateS*[9]"

47	5		
6	3	7	6
3	0	1	20
32	1	0	5
3	1	1	0
19	0	20	0
13	0	0	0
134	0	1	134
0	21	3	10
0	0	0	2
0	0	0	5
0	0	0	0
92	0	0	44
46	0	0	3
3	1	0	0
12	6	0	3
55	0	0	22
4	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	20
0	12	0	0
0	152	98	0
0	0	6	0
0	0	3	0
0	0	0	5
0	0	0	2
0	0	0	2
0	0	0	1
0	0	0	3
1137	0	0	0
71	0	0	555
1725	0	0	0
6	0	0	0
0	0	4	0
0	0	0	38
0	0	0	12
6	0	0	0
3	0	0	0

Tabla IV.111. Matriz o base de datos. Primera línea **nombre** de identificación de la matriz; segunda línea: **47** número especies, **5** número de sitios. Líneas posteriores; cada una representa a la especie correspondiente, y las columnas a cada sitio de muestreo, los números a la abundancia o número de individuos. Los ceros indican ausencia de individuos, no se deben dejar en blanco pues el programa no reconoce la ausencia, y marca error.

Abrir el programa estadístico de cómputo *EstimateS*[9], y en el mismo cargar el archivo "CUENCA HIDROLOGICA FORESTAL.txt", seleccionar los menús correspondientes, si hay algún error el programa lo indicara; los menús fueron. Abrir en muestras basadas en abundancia, de un conjunto de unidades para sugerir los índices de diversidad que va a estimar, para luego seleccionar el formato 1 basado en líneas y columnas, ir al menú de Diversity-diversity settings y de un menú desplegado seleccionar Estimadores e índices y seleccionar Chao1 su fórmula corregida basado en 10, y aleatoriamente, se cierra e ir al menú Diversity y seleccionar Computar estadísticas de diversidad correr el programa con el archivo. Los resultados de todos los estimadores que aparecen se exportan y se guardan en archivo de txt para luego abrir en Excel, y elaborar la siguiente curva de acumulación de especies.

Nota. El programa *EstimateS*[9], está en idioma inglés.

Los resultados de los estimadores (varios) se incluyen en la **tabla IV.112** siguiente, memoria de cálculo, archivo de Excel.

EstimateS (Version 9.1.0), Copyright R. K. Colwell: http://purl.oclc.org/estimates
Diversity Output from Input File: BANCO PUERTO SAN JOSE (25 julio, 2024)
NOTE: Chao's estimated CV for Incidence distribution = 0.705. Because the CV > 0.5, Anne Chao recommends
that you re-compute Chao2 using the Classic instead of the Bias-Corrected option in the Diversity Settings screen.
Then, based on the results with the Classic option, report the larger of Chao2 and ICE as the better estimate for incidence-based richness.

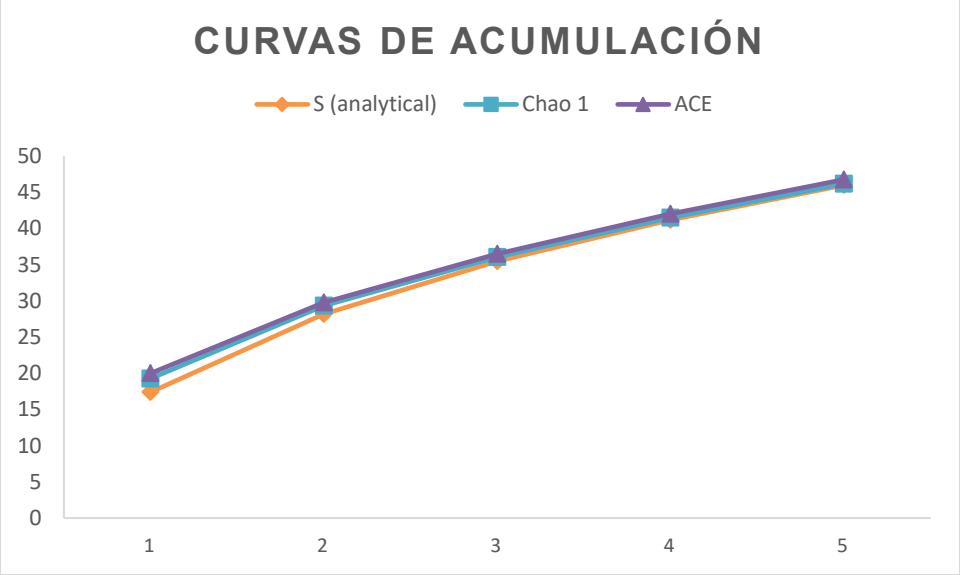
Samples	Individuals (computed)	S(est) (analytical)	S(est) 95% CI Lower bound	S(est) 95% CI Upper bound	S(est) SD (analytical)	S Mean (runs)	Singletons Mean	Singletons SD (runs)	Doubletons Mean	Doubletons SD (runs)	Uniques Mean	Uniques SD (runs)	Duplicates Mean	Duplicates SD (runs)	ACE Mean
1	1050.2	17.4	13.22	21.57	2.12	18.24	1.85	0.89	1.1	1.31	18.24	4.75	0	0	20.01
2	2100.4	28.2	22.38	34.01	2.96	28.72	2.16	0.97	1.78	1.53	21.94	3.82	6.78	2.23	29.81
3	3150.6	35.5	28.90	42.09	3.36	35.73	1.93	0.72	2.5	1.46	21.5	2.79	11.1	2.65	36.52
4	4200.8	41.2	33.95	48.44	3.69	41.28	1.96	0.61	3.19	1.19	22.78	1.64	9.58	0.81	42.03
5	5251	46	38.05	53.94	4.05	46	2	0	4	0	24	0	9	0	46.78

ACE SD (runs)	ICE Mean	ICE SD (runs)	Chao1 Mean	Chao1 95% CI Lower Bd.	Chao1 95% CI Upper Bd.	Chao1 SD (analytical)	Chao2 Mean	Chao2 95% CI Lower Bd.	Chao2 95% CI Upper Bd.	Chao2 SD (analytical)	Jack1 Mean	Jack1 SD (analytical)	Jack2 Mean	Jack2 SD (runs)
3.45	18.24	4.75	19.28	18.54	28.52	1.86	18.24	28.85	28.85	0	18.24	0	0	0
4.16	119.06	36.64	29.36	28.80	36.16	1.34	44.88	34.12	77.32	9.82	39.69	2.92	39.69	6.57
3.24	73.52	11.93	36.07	35.81	40.74	0.85	48.93	40.25	74.43	7.81	50.06	4.37	55.38	5.43
2.20	72.73	5.76	41.51	41.35	45.41	0.66	59.02	47.55	91.49	10.11	58.36	4.53	66.56	4.08
0	76.27	0	46.19	46	50.07	0.62	68.08	53.98	107.07	12.27	65.2	4.63	75.55	0

Bootstrap Mean	Bootstrap SD (runs)	MMRuns Mean	MMMeans (1 run)	Cole Rarefaction	Cole SD (analytical)
18.24	4.75	0	0	36.56	2.13
34.20	5.67	71.69	74.34	41.86	1.63
42.51	4.05	145.93	74.02	44.22	1.15
49.11	2.68	112.75	75.20	45.40	0.71
54.63	0	90.80	76.94	0	0

Tabla IV.112. Indicies estadísticos de los estimadores

N° de sitio	S (analytical) Observados	Chao 1	ACE
1	17.4	19.28	20.01
2	28.2	29.36	29.81
3	35.5	36.07	36.52
4	41.2	41.51	42.03
5	46	46.19	46.78



Grafica IV.65. Aplicación de las curvas de acumulación de especies para el muestreo vegetal en el predio de la Cuenca Hidrológica. Los datos representan 5 sitios de la riqueza que representa (46 especies registradas): Especies Estimadas Chao1 y ACE para dos estimadores mediante el programa *EstimateS9.1*.

Si bien la curva no expresa una totalidad de la asíntota, se puede destacar lo siguiente.

La confiabilidad de la eficiencia de muestreo realizado. De acuerdo con la curva de acumulación de especies (grafica anterior), se determinó dividiendo las (46) entre los índices estadísticos de los estimadores de Chao1 (46.19) y ACE (46.78) y el resultado de cada uno multiplicado por 100.

Chao1: 46/46.19= 0.9959 *100= 99.59 %

ACE: 46/46.78 = 0.9833*100= 98.33 %

Estos porcentajes (99.59 % y 98.33 %) de ambos estimadores indican que se logró un muestreo bastante completo y altamente confiable para el área de estudio, y la proporción de especies (diversidad) registrada expresa buena calidad con relación al esfuerzo realizado de 2,500 m².

Predios de cambio de uso de suelo en terreno forestal (selva baja caducifolia) del proyecto en estudio

El estimador Chao1 se basa en presencia de las primeras (las más abundantes). Es decir, se requiere saber cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra, cuantas especies están representadas por exactamente dos individuos, aspectos que se observan en la tabla siguiente.

Su fórmula es: $$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S = número de especie en una muestra
L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)
M = número de especies que ocurren exactamente dos muestras

Aplicación. Por ejemplo, en un caso hipotético donde dos especies están presentes en una sola muestra (la N° 3 y la 5; y tres especies están presentes en dos muestras, la N° 2, 4 y 6, por lo tanto, el valor del índice de diversidad es: 6.6

$$\textbf{Chao} = 6 + \frac{2^2}{2(3)} = 6 + \frac{4}{6} = 6 + 0.666 = 6.6$$

ACE. Es un estimador de cobertura basado en la abundancia. Separa las especies observadas en grupos de abundancia y raras, y utiliza las ultimas para estimaciones.

De acuerdo con los objetivos del CUSTF y con los datos obtenidos en la tabla siguiente, se decidió usar este programa estadístico (*EstimateS*[9]) dado que computa las fórmulas y

procesos estadísticos de una serie de métodos de indicadores que miden la biodiversidad con los cuales es posible determinar la calidad del inventario, es decir, demostrar la confiabilidad sobre la cantidad de sitios muestreados fueron suficientes.

Suponiendo además que existe una diversidad alfa (riqueza de especies de un lugar determinado) lo cual se va a determinar a partir de un inventario a obtener con diferentes muestreos (5).

El proceso de su empleo consistió en:

- Resumen de especies y abundancia por sitio, fueron 5 sitios de 500 m^2, 44 especies y 2, 052 individuos ver tabla siguiente.

Se observa que hay especies con una abundancia alta de hasta 480 individuos (*Tilandsia reurvata* (L.)) y 3 especies con una abundancia muy baja 1 individuo (*Condalia velutina* I.M.Johnst.; *Cissus sicyoides* L.*; Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose*)*.

- Elaboración de matriz o base de datos en un archivo txt., con su propio nombre, a partir de los datos, dado que así se requiere en el programa estadístico de cómputo "*EstimateS*[9]"

SITIOS	CUSTF			
44	5			
8	2	0	0	0
17	4	7	2	0
31	2	1	2	7
0	23	20	32	5
34	0	7	0	1
1	0	0	13	4
2	0	0	0	0
5	0	2	14	87
0	0	3	0	0
0	0	0	11	0
0	0	0	0	8
0	0	0	3	7
15	0	0	0	0
3	0	0	4	10
8	0	1	1	0
1	0	0	0	0
19	0	0	37	32
26	0	0	16	0
117	0	0	61	35
1	0	10	1	0
0	3	0	2	0
0	105	27	3	3
0	0	6	0	1
0	0	2	1	0
0	0	0	3	0
0	0	0	3	9
0	0	0	0	7
0	0	0	0	55
1	0	0	0	0
14	0	0	0	0
248	0	0	0	12
0	1	0	0	0
0	0	0	5	0
0	0	0	7	52
0	0	0	15	9
0	0	0	175	305
0	0	0	0	14
16	38	0	0	0
25	0	32	46	0
5	0	0	0	0
0	7	1	4	0

Tabla IV.113. Matriz o base de datos. Primera línea **nombre** de identificación de la matriz; segunda línea: **44** número especies, **5** número de sitios. Líneas posteriores; cada una representa a la especie correspondiente, y las columnas a cada sitio de muestreo, los números a la abundancia o número de individuos. Los ceros indican ausencia de individuos, no se deben dejar en blanco pues el programa no reconoce la ausencia, y marca error.

Abrir el programa estadístico de cómputo *EstimateS*[9], y en el mismo cargar el archivo "CUSTF ABUNDANCIA.txt", seleccionar los menús correspondientes, si hay algún error el programa lo indicara; los menús fueron. Abrir en muestras basadas en abundancia, de un conjunto de unidades para sugerir los índices de diversidad que va a estimar, para luego seleccionar el formato 1 basado en líneas y columnas, ir al menú de Diversity-diversity settings y de un menú desplegado seleccionar Estimadores e índices y seleccionar Chao1 su fórmula corregida basado en 10, y aleatoriamente, se cierra e ir al menú Diversity y seleccionar Computar estadísticas de diversidad correr el programa con el archivo. Los resultados de todos los estimadores que aparecen se exportan y se guardan en archivo de txt para luego abrir en Excel, y elaborar la siguiente curva de acumulación de especies.

Nota. El programa *EstimateS*[9], está en idioma inglés.

Los resultados de los estimadores (varios) se incluyen en la **tabla IV.114** siguiente, memoria de cálculo, archivo de Excel.

EstimateS (Version 9.1.0), Copyright R. K. Colwell: http://purl.oclc.org/estimates
Diversity Output from Input File: BANCO PUERTO SAN JOSE (25 julio, 2024)

NOTE: Chao's estimated CV for Incidence distribution = 0.705. Because the CV > 0.5, Anne Chao recommends that you re-compute Chao2 using the Classic instead of the Bias-Corrected option in the Diversity Settings screen. Then, based on the results with the Classic option, report the larger of Chao2 and ICE as the better estimate for incidence-based richness.

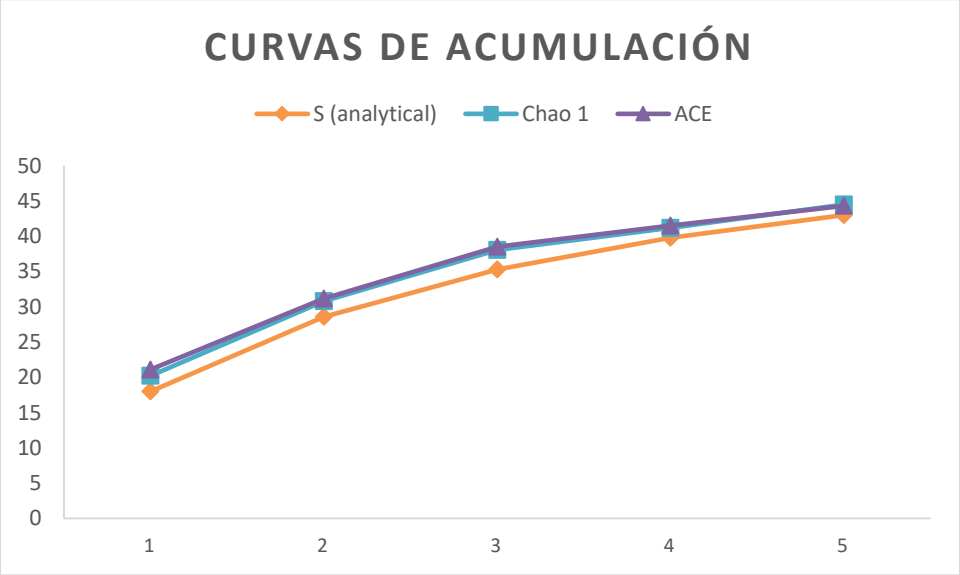
Samples	Individuals (computed)	S(est) (analytical)	S(est) 95% CI Lower bound	S(est) 95% CI Upper bound	S(est) SD (analytical)	S Mean (runs)	Singletons Mean	Singletons SD (runs)	Doubletons Mean	Doubletons SD (runs)	Uniques Mean	Uniques SD (runs)	Duplicates Mean	Duplicates SD (runs)	ACE Mean
1	410	18	14.52	21.47	1.77	18.94	2.79	0.95	1.62	1.05	18.94	5.05	0	0	21.11
2	820	28.6	24.15	33.04	2.26	28.93	3.26	1.36	1.81	0.83	21.42	3.28	7.51	3.16	31.17
3	1230	35.3	30.58	40.01	2.40	36.05	3.32	1.52	1.98	0.61	20.96	2.38	11.26	3.11	38.51
4	1640	39.8	34.95	44.64	2.47	39.96	2.85	1.32	1.82	0.38	18.11	2.55	13.07	2.33	41.51
5	2050	43	37.94	48.05	2.58	43	3	0	1	0	16	0	13	0	44.31

ACE SD (runs)	ICE Mean	ICE SD (runs)	Chao1 Mean	Chao1 95% CI Lower Bd.	Chao1 95% CI Upper Bd.	Chao1 SD (analytical)	Chao2 Mean	Chao2 95% CI Lower Bd.	Chao2 95% CI Upper Bd.	Chao2 SD (analytical)	Jack1 Mean	Jack1 SD (analytical)	Jack2 Mean	Jack2 SD (runs)
5.43	18.94	5.05	20.22	19.14	31.46	2.16	18.94	29.96	29.96	0	18.94	0	0	0
4.94	116.92	47.79	30.81	29.17	44.12	2.75	44.35	33.98	76.11	9.55	39.64	3.53	39.64	5.68
3.92	72.49	16.06	38.04	36.40	50.86	2.69	49.23	40.49	75.26	7.93	50.02	4.03	55.13	3.57
2.74	59.09	6.39	41.21	40.20	51.12	1.95	48.78	42.78	67.76	5.63	53.54	3.78	58.24	4.64
0	56.08	0	44.49	43.14	58.07	2.59	49.85	45.01	66.37	4.74	55.8	3.44	59.55	0

Bootstrap Mean	Bootstrap SD (runs)	MMRuns Mean	MMMeans (1 run)	Cole Rarefaction	Cole SD (analytical)
18.94	5.05	0	0	35.55	1.88
34.28	5.02	62.50	69.56	39.63	1.39
42.67	2.91	75.65	68.17	41.34	1.06
46.53	2.06	212.75	67.11	42.32	0.74
49.34	0	85.20	66.31	0	0

Tabla IV.115. Indicies estadísticos de los estimadores

N° de sitio	S (analytical) Observados	Chao 1	ACE
1	18	20.22	21.11
2	28.6	30.81	31.17
3	35.3	38.04	38.51
4	39.8	41.21	41.51
5	43	44.49	44.31



Grafica IV.66. Aplicación de las curvas de acumulación de especies para el muestreo vegetal en el predio de la Cuenca Hidrológica. Los datos representan 5 sitios de la riqueza que representa (44 especies registradas): Especies Estimadas, Chao1 y ACE para dos estimadores mediante el programa *EstimateS9.1*.

Si bien la curva no expresa una totalidad de la asíntota, se puede destacar lo siguiente.

La confiabilidad de la eficiencia de muestreo realizado. De acuerdo con la curva de acumulación de especies (grafica anterior), se determinó dividiendo las (44) entre los índices estadísticos de los estimadores de Chao1 (44.49) y ACE (44.31) y el resultado de cada uno multiplicado por 100.

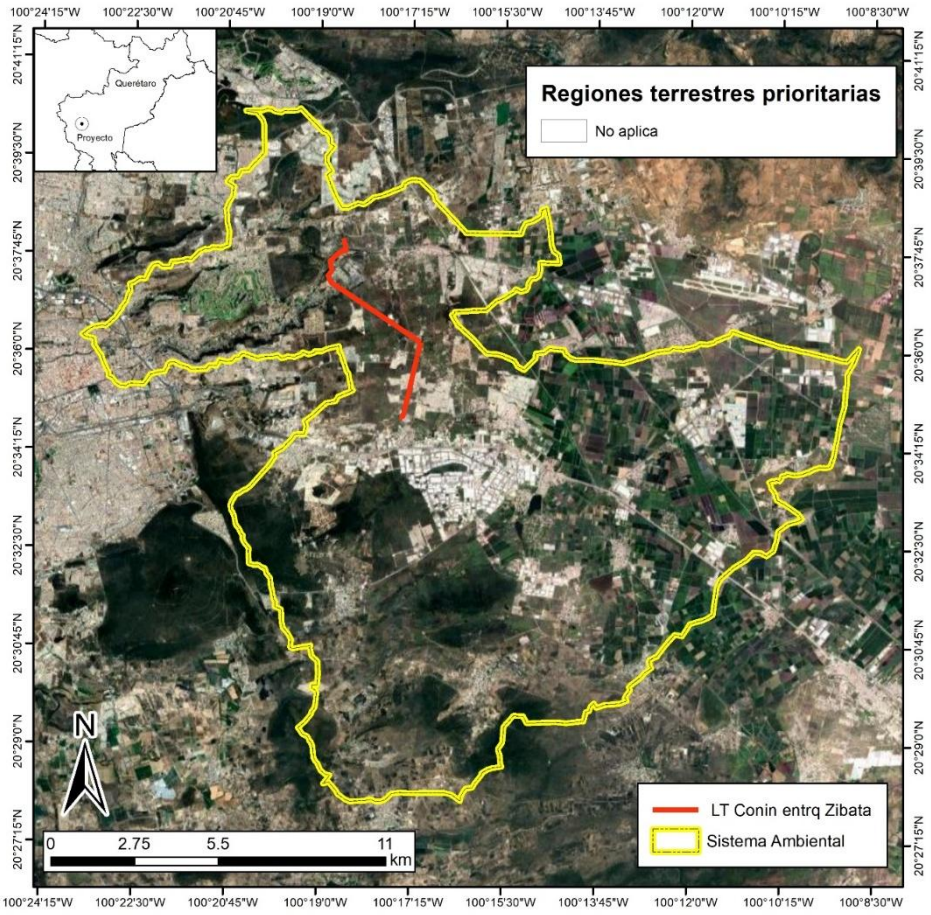
Chao1: 44/44.49= 0.9890 *100= 98.90 %

ACE: 44/44.31 = 0.9930*100= 99.30 %

Estos porcentajes (98.90 % y 99.30 %) de ambos estimadores indican que se logró un muestreo bastante completo y altamente confiable para el área de estudio, y la proporción de especies (diversidad) registrada expresa buena calidad con relación al esfuerzo realizado de 2,500 m².

Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 2008), en el área de la obra en estudio se encuentra fuera de alguna de las Regiones Terrestres Prioritarias, por lo cual, el CUSTF del proyecto tendrá incidencia alguna sobre esta zona para la conservación de la biodiversidad, (mapa IV.55).



Mapa IV.55. Ubicación del proyecto en la Región Terrestre Prioritaria para la Conservación de la CONABIO.

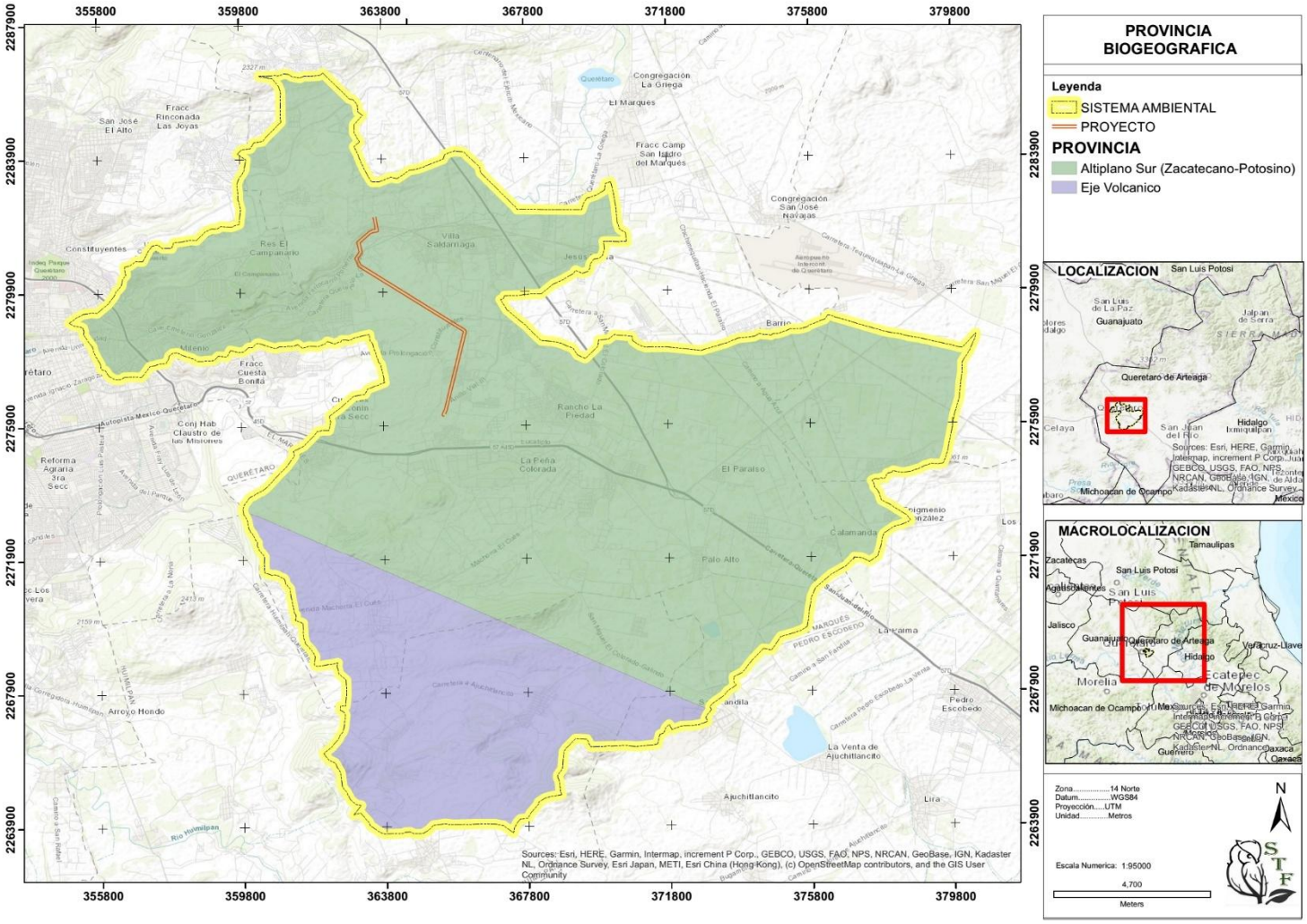
► ***Fauna Silvestre***

En este apartado se describe la fauna característica, según la bibliografía y observadas en campo, compuesta por especies que posiblemente se encuentran incluidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como especies de importancia comercial y cinegética.

Es importante señalar que para el apartado de fauna se determinó por experiencia, por personal especializado en la materia y por ayuda de guías de campo especializadas.

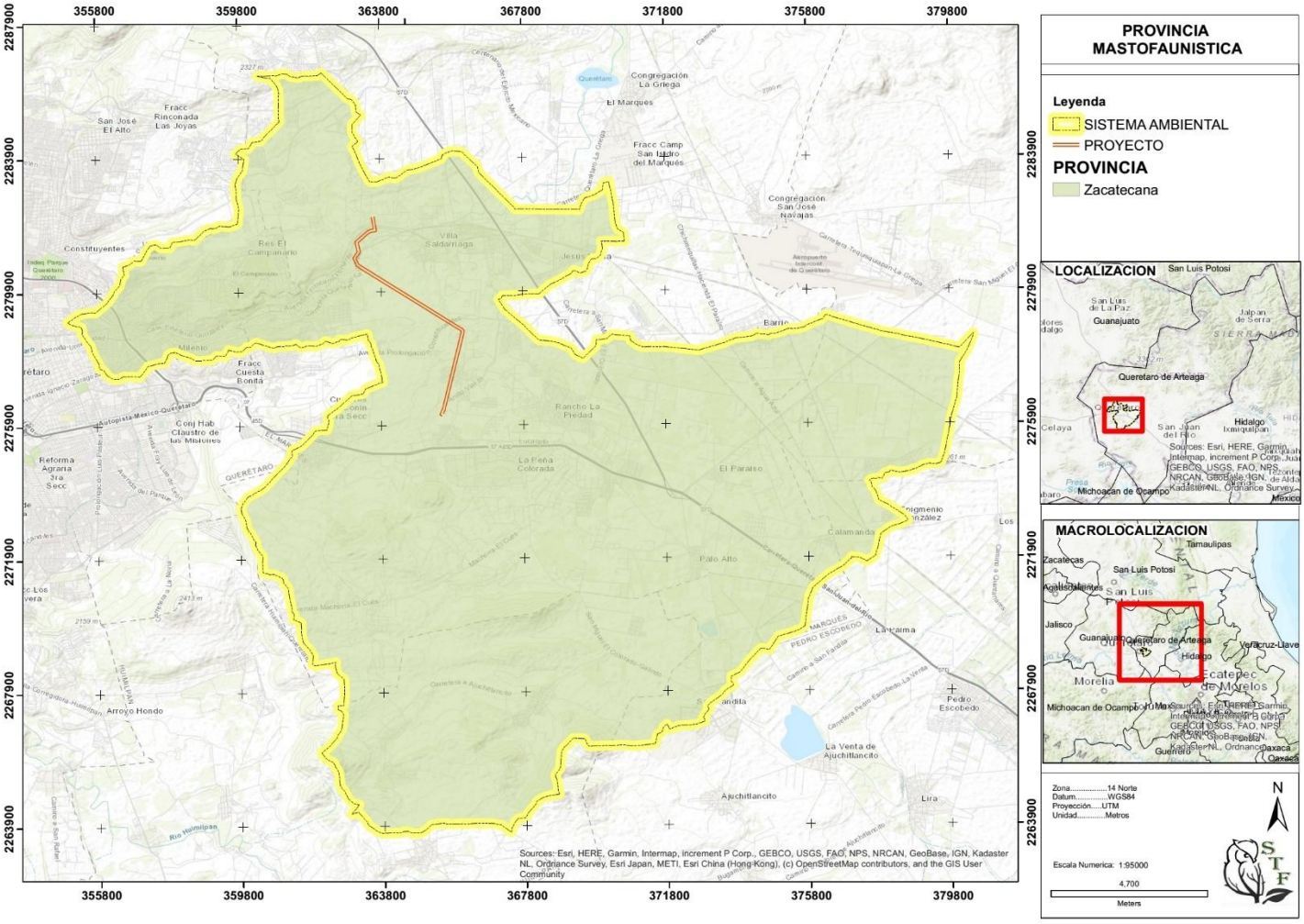
Composición de las comunidades de fauna presentes en el predio o área de estudio

La unidad de análisis sistema ambiental (microcuencas La Cañada y General Lazaro Cardenas) se localiza al este de la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro y biogeográficamente es considerada como parte del dominio Neotropical (Margalef, 1998) dentro de la provincia del Eje Neovolcánico Transversal en una zona de transición Neártica-Neotropical (mapa IV.56).

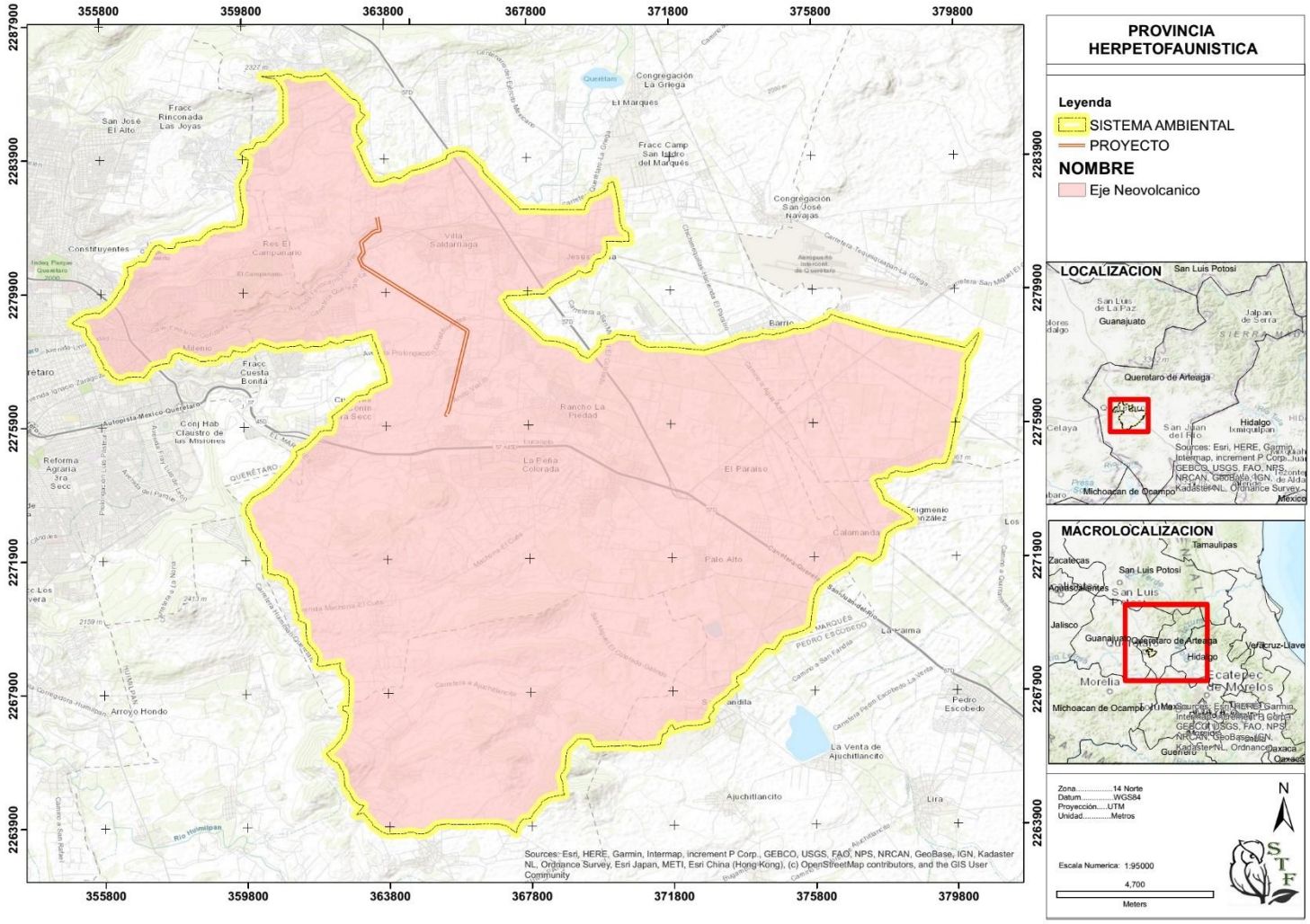


Mapa IV.56. Representación del área de estudio en la Provincia Biogeográfica del Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino).

En cuanto a la mastofauna, el área de estudio se localiza en la provincia mastofaunística Zacatecana y la herpetofauna a la provincia hepertofaunística Desierto Chihuahuense y veracruzana (mapas IV.57 y IV.58)



Mapa IV.57. Representación del área de estudio en la Provincia Mastofaunística Zacatecana.



Mapa IV.58. Representación del área de estudio en la Provincia Herpetofaunística Eje Neovolcánico.

Muestreo de Fauna Silvestre

En este apartado se describe la metodología, técnicas y materiales utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización del medio biótico faunístico existente en el área de estudio del proyecto. El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen.

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en 12 sitios representativos del sistema ambiental y 9 sitios en el área del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación en la unidad de análisis (sistema ambiental: microcuencas La Cañada y General Lazaro Cardenas El Colorado) y en los sitios de muestreo en el área del proyecto. Para la identificación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además mediante el *expertise* del personal de campo para identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

Cabe mencionar que, como complemento a los recorridos realizados en todos los sitios de muestreo de vegetación, se realizaron muestreos sistemáticos de fauna, es decir, además de aplicar el método de muestreo directo (trampeo), también se aplicaron técnicas del método indirecto (avistamientos, cámaras trampa, toma de fotografías, información de huellas, identificación por medio de excretas, plumas, cantos, etc.).

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron aplicando índices ecológicos.

A continuación, se describe la metodología aplicada durante el muestreo de fauna silvestre y los resultados obtenidos, para cada grupo faunístico.

Tabla IV.116. Coordenadas UTM de los sitios de trabajo dentro del sistema ambiental de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), región 14.

Transectos

Coordenadas UTM WGS84 14N			
Transecto		**X**	**Y**
T1	INI	366014.9	2278763.3
	FIN	365834.3	2278733.0
T2	INI	365819.7	2278721.0
	FIN	365697.1	2278590.5
T3	INI	365605.8	2278657.9
	FIN	365562.3	2278502.5
T4	INI	364941.6	2279465.5
	FIN	364740.8	2279459.6
T5	INI	364683.6	2279457.9
	FIN	364483.4	2279481.5
T6	INI	364199.4	2279812.5
	FIN	364397.6	2279814.0
T7	INI	364323.7	2280041.2
	FIN	364518.3	2279975.0
T8	INI	363046.4	2280893.4
	FIN	362926.7	2280767.0
T9	INI	362885.5	2280781.8
	FIN	362968.4	2280958.3
T10	INI	362974.4	2280977.2
	FIN	362862.0	2280835.9
T11	INI	363603.0	2281794.9
	FIN	363412.8	2281726.1
T12	INI	363644.8	2281902.5
	FIN	363822.5	2281924.9

Trampeo

Coordenadas UTM WGS84 14N		
Trampeo/Código	**X**	**Y**
Inicio Sherman	363015.0	2280794.6
Fin Sherman	362956.6	2280754.4
Inicio Sherman	365805.1	2278707.4
Fin Sherman	365750.6	2278635.8
FT1	363604.9	2281898.2

Coordenadas UTM WGS84 14N		
FT5	363038.0	2280894.8
FT6	364742.7	2279681.7
FT4	365586.2	2278659.7
Gatonera	364274.0	2279821.6

Tabla IV.117. Coordenadas UTM de los sitios de trabajo del proyecto de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), región 14.

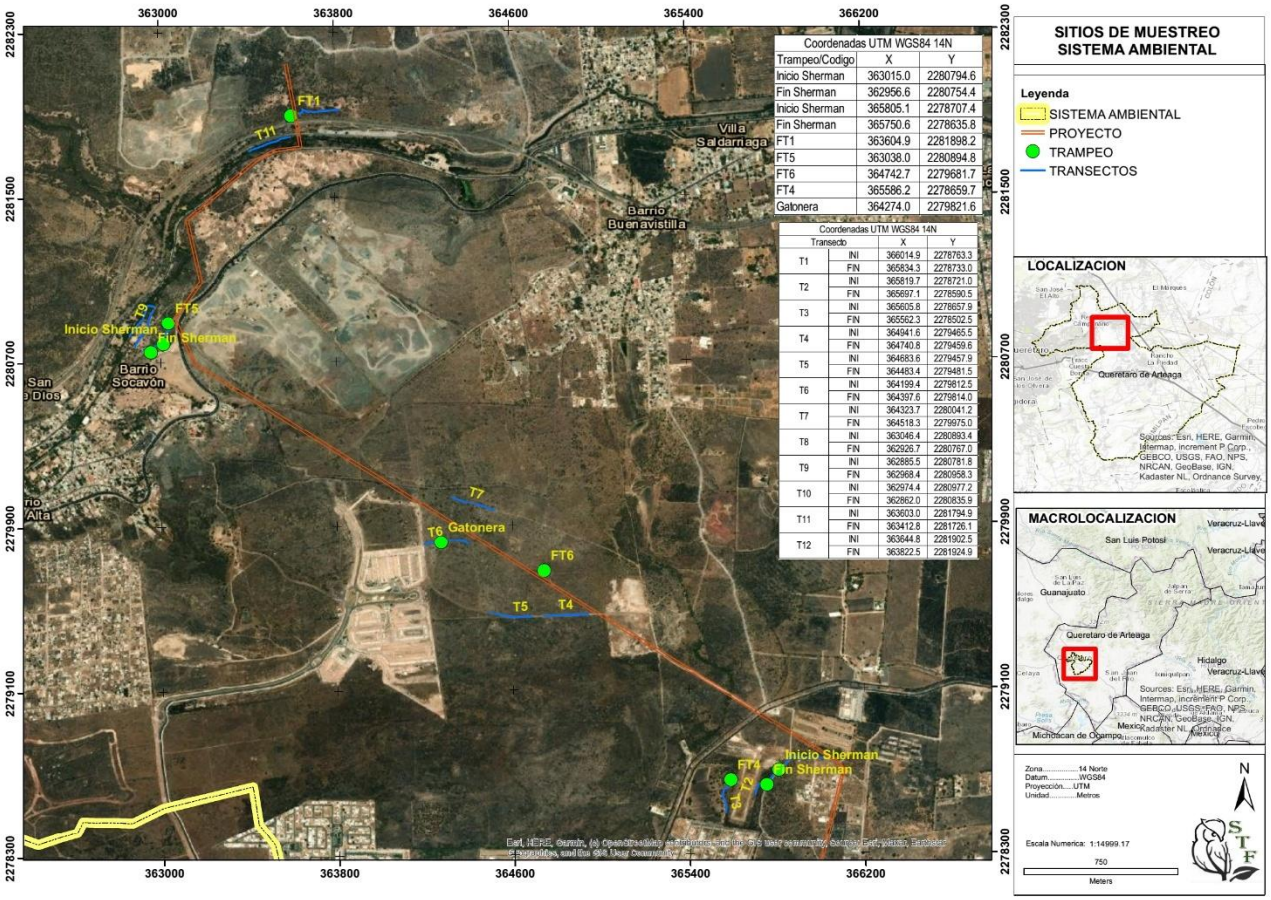
Transectos

Coordenadas UTM WGS84 14N			
Transecto		**X**	**Y**
T1	INI	366070.3	2278747.2
T1	FIN	365911.5	2278852.5
T2	INI	365689.6	2279004.1
T2	FIN	365522.5	2279116.5
T3	INI	365481.6	2279140.2
T3	FIN	365311.4	2279245.5
T4	INI	364974.7	2279473.2
T4	FIN	364814.9	2279591.6
T5	INI	364643.8	2279699.8
T5	FIN	364474.5	2279815.9
T6	INI	364446.7	2279834.0
T6	FIN	364274.4	2279946.4
T7	INI	363072.9	2280894.8
T7	FIN	363164.2	2281060.5
T8	INI	363643.7	2281793.1
T8	FIN	363507.0	2281717.4
T9	INI	363630.7	2281886.7
T9	FIN	363595.9	2282065.6

Trampeo

Coordenadas UTM WGS84 14N		
Trampeo/Código	**X**	**Y**
Inicio Sherman	363600.7	2281991.0
Fin sherman	363600.7	2281911.0
Inicio Sherman	364423.0	2279851.0

Coordenadas UTM WGS84 14N		
Fin sherman	364336.0	2279909.0
FT6	363600.1	2281995.4
FT4	363593.2	2282047.5
FT MOUL	363064.0	2280904.0
FT3	364341.0	2279912.0
FT2	364432.0	2279832.0
FT5	366014.0	2278792.0
Gatonera	364945.4	2279505.2



Mapa IV.59. Localización de los sitios de muestreo de fauna en la unidad de análisis sistema ambiental: microcuencas La Cañada y General Lazaro Cardenas (La Colorada).

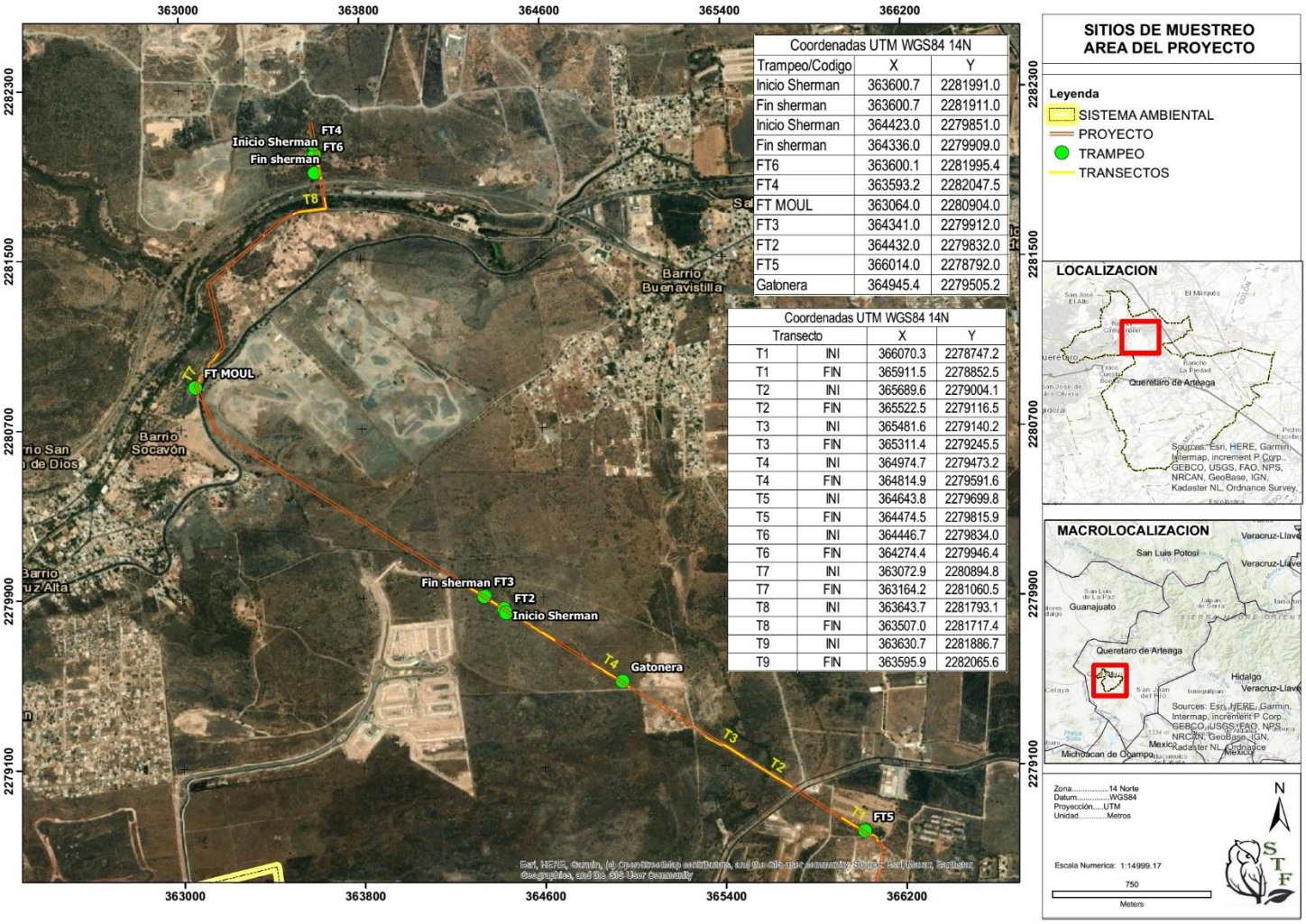


Figura IV.60. Localización de los sitios de muestreo de fauna en el área del proyecto.

Modelos y ecuaciones utilizados para determinar los parámetros bióticos de los grupos faunísticos.

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema o ecosistemas.

Equitatividad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme una comunidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie. Y se obtiene de la ecuación:

$$Ab\ rel = (ni/N)*100$$

Donde:
Ni = número de individuos de la especie i
N = número total de individuos de todas las especies

Frecuencia y Frecuencia relativa

Frecuencia: Número de veces que aparece una especie en el total de los sitios de muestreo.

Frecuencia relativa: La frecuencia relativa es una medida estadística que indica qué proporción o porcentaje del total representa un dato dentro de un conjunto de datos.

Relación porcentual entre las veces que aparece la especie x en el total de los sitios de muestreo.

Formula:

$$fi=(ni/N)x100$$

fi= frecuencia relativa
ni=Número de sitios de muestreo donde aparece la especie x
N=número total de sitios de muestreo

Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver (H'; Shannon y Weaver, 1949) con la ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi \; Ln \; pi$$

Donde:

S – número de especies (riqueza de especies)

pi – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la X_i especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Índice de equidad de Pielou

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Donde:
H = diversidad
H_{max} = diversidad máxima
Donde = H_{max} = ln(S): Es la diversidad máxima que se obtendria si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativa
S = número de especies

Especies prioritarias

Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y especies endémicas

INVENTARIO DE AVES

Método

El muestreo de la avifauna consistió en el método de transecto en banda de ancho fijo de 200 m de longitud (line transects)

1. **Transecto en banda de ancho fijo (line transects)**

Se realizaron 12 transectos para el sistema ambiental y 9 para el área del proyecto. Los transectos fueron en banda de ancho fijo de 200 metros de largo cada uno, con un ancho de 25 m a cada lado del trayecto. Este método se realizó a pie a una velocidad aproximada de entre 2 y 3 km/h registrando las aves vistas y/o escuchadas dentro del área del trayecto. Este método sigue lo establecido en Sutherland *et al*., (2004) y Bibby *et al*., (2000) para

"line transects". Las coordenadas extremas se muestran en la tabla IV.118 para el sistema ambiental y IV.119 para el área del proyecto.

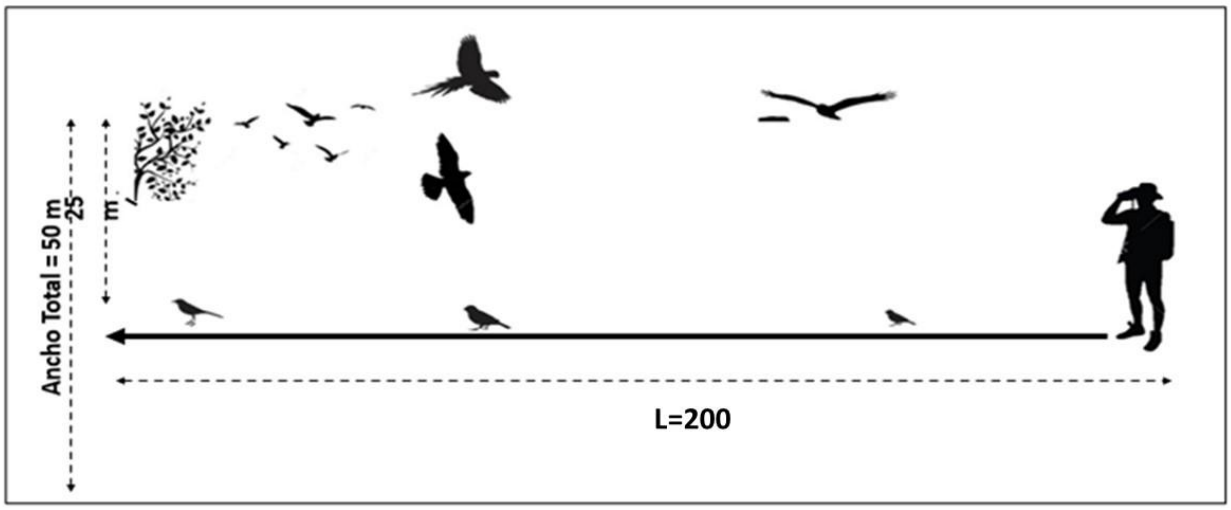


Figura IV.12. Representación gráfica del transecto en banda de ancho fijo para el muestreo de aves.

Determinación taxonómica de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 66 (Chesser *et al.,* 2025). Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Escalante *et al*. (1995). Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): **E** para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), **CE** para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km^2), y **SE** para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

Resultados:

a. ***Muestreo en el área de la unidad de análisis (sistema ambiental)***

En los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental se registraron 40 especies de aves pertenecientes a 21 familias de 10 órdenes. El Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) fue la especie registrada que se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial. Así mismo, 1 especie se considera semiendémica. En la tabla IV.118 se muestra la riqueza de especies de aves registradas dentro del área de estudio.

Tabla IV.118. Lista taxonómica de las especies de aves registradas en los sitios de muestreo. Se muestra su categoría de endemismo y estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Protección especial. SE; Semiendémica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja		
Apodiformes	Trochilidae	*Cynathus latirostris*	Colibri pico ancho		
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Torcacita cola larga		
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota		
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara		
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano		
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Pico grueso		
Passeriformes	Emberezidae	*Chondestes grammacus*	Gorrion arlequin		
Passeriformes	Emberizidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión Chapulín		
Passeriformes	Emberizidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión De Lincoln		
Passeriformes	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión Ceja Blanca		
Passeriformes	Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero De Collar		
Passeriformes	Fringilidae	*Haemarhous mexicanus*	Pinzon mexicano		
Passeriformes	Fringilidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico		
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria encapuchada		
Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria dorso rayado		
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojo Rojo		
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo Cabeza Café		
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mexicano		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Passeriformes	Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo Cabeza Amarilla		
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo		
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Zenzontle		
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche		
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Coronado		
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Casero (Domestico)		
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita		
Passeriformes	Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero Negro		
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		
Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño		
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín Saltapared		
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero imberbe		
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero Cardenal		
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas Negro		
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano Pico Grueso		SE
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tiran griton		
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera		
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje		

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la avifauna de la unidad de análisis sistema ambiental.

Parámetros bióticos y estimación del índice de diversidad y equidad por especie de la avifauna.

Abundancia

Se registraron 335 individuos de 40 especies. Las especies que sobresalen por su abundancia absoluta son: El tordo de cabeza amarilla *(Xanthocephalus xanthocephalus)* con 50 individuos (ab rel;14.9%), el tordo de cabeza café (*Molothrus ater*) con 32 individuos (ab rel; 9.6%) y el gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*) con 29 individuos (ab rel; 8.7%). L*a* información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta en la tabla IV.119.

Frecuencia

Las especies *Cynanthus latirostris, Columbina inca, Chondestes grammacus, Lanius ludovicianus y Mimus polyglottos* fueron las que se detectaron con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (58.3% cada uno). La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta en la tabla IV.119.

Tabla IV.119. Parámetros bióticos de la avifauna en los sitios de muestreo dentro de la unidad de análisis sistema ambiental.

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	Frec. rel (%)	Densidad Índ/ha
Buteo jamaicensis	1	0.3	1	8.3	0.08
Cynathus latirostris	9	2.7	7	58.3	0.51
Cathartes aura	1	0.3	1	8.3	0.06
Columbina inca	19	5.7	7	58.3	1.09
Zenaida macroura	21	6.3	6	50.0	1.20
Crotophaga sulcirostris	6	1.8	4	33.3	0.34
Caracara plancus	1	0.3	1	8.3	0.06
Falco peregrinus	1	0.3	1	8.3	0.06
Falco sparverius	2	0.6	2	16.7	0.11
Passerina caerulea	3	0.9	2	16.7	0.17
Chondestes grammacus	29	8.7	7	58.3	1.66
Ammodramus savannarum	10	3.0	4	33.3	0.57
Melospiza lincolnii	7	2.1	4	33.3	0.40
Spizella passerina	8	2.4	4	33.3	0.46
Sporophila torqueola	7	2.1	4	33.3	0.40
Haemarhous mexicanus	18	5.4	6	50.0	1.03
Spinus psaltria	10	3.0	6	50.0	0.57
Icterus cucullatus	2	0.6	2	16.7	0.11
Icterus pustulatus	1	0.3	1	8.3	0.06
Molothrus aeneus	23	6.9	2	16.7	1.31
Molothrus ater	32	9.6	1	8.3	1.83
Quiscalus mexicanus	2	0.6	1	8.3	0.11
Xanthocephalus xanthocephalus	50	14.9	1	8.3	2.86
Lanius ludovicianus	9	2.7	7	58.3	0.51
Mimus polyglottos	10	3.0	7	58.3	0.57
Toxostoma curvirostre	6	1.8	5	41.7	0.34

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	Frec. rel (%)	Densidad Índ/ha
Setophaga coronata	5	1.5	1	8.3	0.29
Passer domesticus	9	2.7	2	16.7	0.51
Polioptila caerulea	6	1.8	4	33.3	0.34
Phainopepla nitens	1	0.3	1	8.3	0.06
Campylorhynchus brunneicapillus	5	1.5	3	25.0	0.29
Catherpes mexicanus	2	0.6	2	16.7	0.11
Troglodytes aedon	2	0.6	2	16.7	0.11
Camptostoma imberbe	2	0.6	2	16.7	0.11
Pyrocephalus rubinus	8	2.4	5	41.7	0.46
Sayornis nigricans	1	0.3	1	8.3	0.06
Tyrannus crassirostris	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus vociferans	2	0.6	2	16.7	0.11
Bubulcus ibis	1	0.3	1	8.3	0.06
Melanerpes aurifrons	1	0.3	1	8.3	0.06
Total	335	100.0			19.17

Tabla IV.120. Índice de diversidad de la avifauna en la unidad de análisis Sistema ambiental.

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Buteo jamaicensis	1	0.0030	5.8141	0.0174
Cynathus latirostris	9	0.0269	3.6169	0.0972
Cathartes aura	1	0.0030	5.8141	0.0174
Columbina inca	19	0.0567	2.8697	0.1628
Zenaida macroura	21	0.0627	2.7696	0.1736
Crotophaga sulcirostris	6	0.0179	4.0224	0.0720
Caracara plancus	1	0.0030	5.8141	0.0174
Falco peregrinus	1	0.0030	5.8141	0.0174
Falco sparverius	2	0.0060	5.1210	0.0306
Passerina caerulea	3	0.0090	4.7155	0.0422
Chondestes grammacus	29	0.0866	2.4468	0.2118
Ammodramus savannarum	10	0.0299	3.5115	0.1048
Melospiza lincolnii	7	0.0209	3.8682	0.0808
Spizella passerina	8	0.0239	3.7347	0.0892

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Sporophila torqueola	7	0.0209	3.8682	0.0808
Haemarhous mexicanus	18	0.0537	2.9238	0.1571
Spinus psaltria	10	0.0299	3.5115	0.1048
Icterus cucullatus	2	0.0060	5.1210	0.0306
Icterus pustulatus	1	0.0030	5.8141	0.0174
Molothrus aeneus	23	0.0687	2.6786	0.1839
Molothrus ater	32	0.0955	2.3484	0.2243
Quiscalus mexicanus	2	0.0060	5.1210	0.0306
Xanthocephalus xanthocephalus	50	0.1493	1.9021	0.2839
Lanius ludovicianus	9	0.0269	3.6169	0.0972
Mimus polyglottos	10	0.0299	3.5115	0.1048
Toxostoma curvirostre	6	0.0179	4.0224	0.0720
Setophaga coronata	5	0.0149	4.2047	0.0628
Passer domesticus	9	0.0269	3.6169	0.0972
Polioptila caerulea	6	0.0179	4.0224	0.0720
Phainopepla nitens	1	0.0030	5.8141	0.0174
Campylorhynchus brunneicapillus	5	0.0149	4.2047	0.0628
Catherpes mexicanus	2	0.0060	5.1210	0.0306
Troglodytes aedon	2	0.0060	5.1210	0.0306
Camptostoma imberbe	2	0.0060	5.1210	0.0306
Pyrocephalus rubinus	8	0.0239	3.7347	0.0892
Sayornis nigricans	1	0.0030	5.8141	0.0174
Tyrannus crassirostris	2	0.0060	5.1210	0.0306
Tyrannus vociferans	2	0.0060	5.1210	0.0306
Bubulcus ibis	1	0.0030	5.8141	0.0174
Melanerpes aurifrons	1	0.0030	5.8141	0.0174
TOTAL	335			**3.13**
	Σni=N	**Σni=Pi**		**Σpi x ln(Pi)**
Riqueza S=	**40**			
Resultado: H' =	**3.13**			
Resultado: H' max =	**3.69**			
Resultado: J' =	**0.85**			

El índice de Shannon calculado para la avifauna del sistema ambiental es de H’=3.13. La diversidad máxima se estimó en H'_{max}= 3.69 para los resultados obtenidos (S=40), lo que

puede interpretarse como un índice de diversidad medio alto. El índice de equidad de Pielou (J'=0.85) demuestra que el valor calculado de la equitatividad se encuentra en su rango medio alto, es decir, que la comunidad de aves registrada tiende a la homogeneidad.

b. Muestreo en el área del proyecto o de CUSTF.

En los sitios de muestreo se registraron 28 especies de aves. Solamente una de ellas, el Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentra bajo la categoría de protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna de ellas es considerada endémica de México, sin embargo, el Tirano pico grueso (*Tyrannus crassirostris)* es considerada semiendémica. En la tabla IV.121 se muestra la riqueza de especies para aves dentro del área sujeta a CUSTF.

Tabla IV.121. Lista taxonómica de las especies de aves registradas en los sitios de muestreo. Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja		
Apodiformes	Trochilidae	*Cynathus latirostris*	Colibri pico ancho		
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Torcacita cola larga		
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota		
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara		
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano		
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Pico grueso		
Passeriformes	Emberezidae	*Chondestes grammacus*	Gorrion arlequin		
Passeriformes	Emberizidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión Chapulín		
Passeriformes	Emberizidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión De Lincoln		
Passeriformes	Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión Ceja Blanca		
Passeriformes	Fringilidae	*Haemarhous mexicanus*	Pinzon mexicano		
Passeriformes	Fringilidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico		
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojo Rojo		
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo Cabeza Café		
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo		
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Zenzontle		
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMICA
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Casero		
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita		
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		
Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared barranqueño		
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero Cardenal		
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano Pico Grueso		SE
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tiran griton		
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera		

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la avifauna en el área del proyecto o de CUSTF

Parámetros bióticos y estimación del índice de diversidad y equidad por especie de la avifauna.

Abundancia

Durante el muestreo de transecto en banda de ancho fijo se registraron 151 individuos pertenecientes a 28 especies, siendo *Chondestes grammacus* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 27 individuos (17.9%), seguida de *Zenaida macroura* con 14 individuos (9.3%). La información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.122.

Tabla IV.122. Parámetros bióticos de la avifauna. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de aves registradas durante el trabajo de campo.

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Índ/ha
Buteo jamaicensis	1	0.7	1	8.3	0.11
Cynathus latirostris	2	1.3	1	8.3	0.22
Cathartes aura	2	1.3	2	16.7	0.22
Columbina inca	11	7.3	6	50.0	1.22
Zenaida macroura	14	9.3	7	58.3	1.56

ESPECIE	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Índ/ha
Crotophaga sulcirostris	1	0.7	1	8.3	0.11
Falco peregrinus	1	0.7	1	8.3	0.11
Falco sparverius	1	0.7	1	8.3	0.11
Passerina caerulea	1	0.7	1	8.3	0.11
Chondestes grammacus	27	17.9	6	50.0	3.00
Ammodramus savannarum	9	6.0	4	33.3	1.00
Melospiza lincolnii	2	1.3	2	16.7	0.22
Spizella passerina	11	7.3	3	25.0	1.22
Haemarhous mexicanus	12	7.9	4	33.3	1.33
Spinus psaltria	6	4.0	3	25.0	0.67
Molothrus aeneus	3	2.0	1	8.3	0.33
Molothrus ater	2	1.3	1	8.3	0.22
Lanius ludovicianus	5	3.3	4	33.3	0.56
Mimus polyglottos	6	4.0	4	33.3	0.67
Toxostoma curvirostre	3	2.0	3	25.0	0.33
Passer domesticus	11	7.3	4	33.3	1.22
Polioptila caerulea	6	4.0	5	41.7	0.67
Campylorhynchus brunneicapillus	4	2.6	3	25.0	0.44
Catherpes mexicanus	1	0.7	1	8.3	0.11
Pyrocephalus rubinus	6	4.0	5	41.7	0.67
Tyrannus crassirostris	1	0.7	1	8.3	0.11
Tyrannus vociferans	1	0.7	1	8.3	0.11
Bubulcus ibis	1	0.7	1	8.3	0.11
Total	151	100.0			18.30

Diversidad

Conforme los resultados obtenidos se pueden observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de H'=2.88 con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media con respecto al valor de diversidad máxima (H'_{max}=3.33), así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos de J'=0.86, lo que refleja que la comunidad dentro del predio sujeto a CUSTF tiende a la homogeneidad (tabla IV.123).

Tabla IV.123. Índice de Diversidad de la avifauna

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Buteo jamaicensis	1	0.0066	5.0173	0.033
Cynathus latirostris	2	0.0132	4.3241	0.057
Cathartes aura	2	0.0132	4.3241	0.057
Columbina inca	11	0.0728	2.6194	0.191
Zenaida macroura	14	0.0927	2.3782	0.220
Crotophaga sulcirostris	1	0.0066	5.0173	0.033
Falco peregrinus	1	0.0066	5.0173	0.033
Falco sparverius	1	0.0066	5.0173	0.033
Passerina caerulea	1	0.0066	5.0173	0.033
Chondestes grammacus	27	0.1788	1.7214	0.308
Ammodramus savannarum	9	0.0596	2.8201	0.168
Melospiza lincolnii	2	0.0132	4.3241	0.057
Spizella passerina	11	0.0728	2.6194	0.191
Haemarhous mexicanus	12	0.0795	2.5324	0.201
Spinus psaltria	6	0.0397	3.2255	0.128
Molothrus aeneus	3	0.0199	3.9187	0.078
Molothrus ater	2	0.0132	4.3241	0.057
Lanius ludovicianus	5	0.0331	3.4078	0.113
Mimus polyglottos	6	0.0397	3.2255	0.128
Toxostoma curvirostre	3	0.0199	3.9187	0.078
Passer domesticus	11	0.0728	2.6194	0.191
Polioptila caerulea	6	0.0397	3.2255	0.128
Campylorhynchus brunneicapillus	4	0.0265	3.6310	0.096
Catherpes mexicanus	1	0.0066	5.0173	0.033
Pyrocephalus rubinus	6	0.0397	3.2255	0.128
Tyrannus crassirostris	1	0.0066	5.0173	0.033
Tyrannus vociferans	1	0.0066	5.0173	0.033
Bubulcus ibis	1	0.0066	5.0173	0.033
TOTAL	151 **Σni=N**	**Σni=Pi**		**2.88** **Σpi x ln(Pi)**
Riqueza S=	**28**			
Resultado: H' =	**2.88**			
Resultado: H' max=	**3.33**			
Resultado: J' =	**0.86**			

INVENTARIO DE MASTOFAUNA

Método

El muestreo de mamíferos empleado implica generalmente 3 métodos de muestreo, de acuerdo a las características biológicas de cada grupo, principalmente su tamaño y sus hábitos, a saber: 1) Búsqueda de huellas y rastros, 2) trampeo para el grupo de roedores y 3) estaciones olfativas para mamíferos medianos y grandes (fototrampas y trampas tomahawk).

1. Búsqueda de huellas y rastros

Se realizaron 12 transectos a pie tierra para el sistema ambiental y 9 para el área del proyecto. Los transectos se realizaron a lo largo de brechas y veredas a través de tipo de vegetación más representativo para la zona. En cada transecto se abarcó una longitud de al menos 200 m por 10 m de ancho a cada lado en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la representatividad de los tipos de vegetación y en segundo término al terreno que permita la permanencia de huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000). Las unidades muéstrales para los análisis son precisamente, los transectos mencionados.

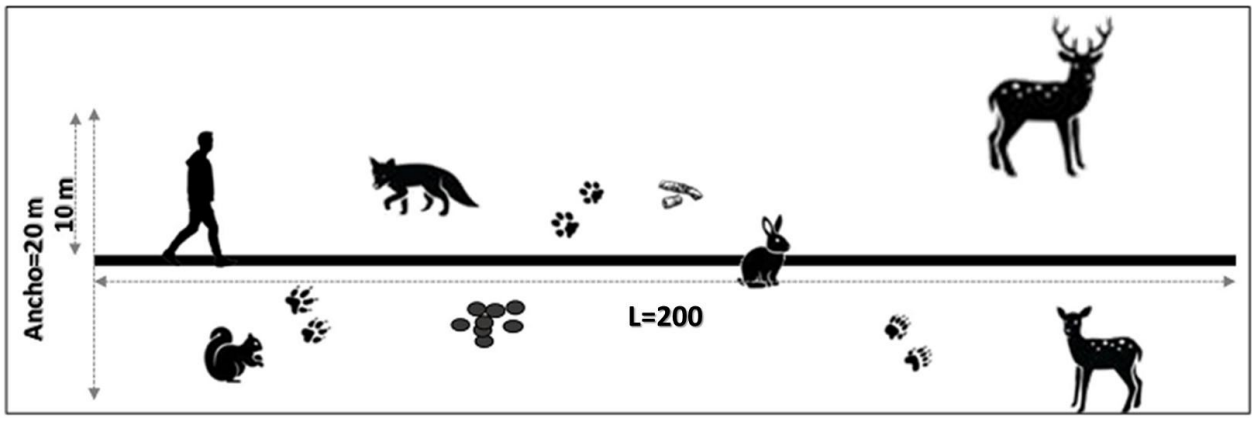


Figura IV.13. Esquema de los transectos para el registro de la mastofauna

2. Captura de roedores

Se emplearon 30 trampas tipo Sherman activadas durante 2 noches y distanciadas linealmente a aproximadamente 10 metros entre sí. El cebo empleado fue una combinación de avena aromatizada con esencia de vainilla. Para estimar la abundancia relativa se consideraron las sugerencias y supuestos de Anderson *et. al.* (1983) en el uso de trampas no letales para pequeños mamíferos.

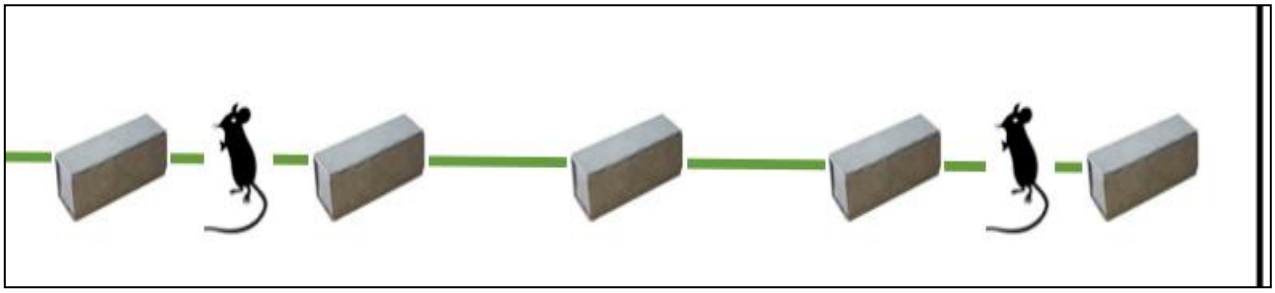


Figura IV.14. Ilustración del transecto de trampas tipo Sherman. La distancia entre cada trampa es de 10 m.

3. Estaciones olfativas

Se activaron 12 estaciones olfativas con una duración de 1 noche cada una. Las estaciones se complementaron mediante el registro fotográfico (fototrampa) o bien, mediante captura con trampa no letal (Trampa tipo Tomahawk). El cebo empleado fue una combinación de carnívoro y frutal (furta y alimento fresco tipo whiskas y pedigree). Ninguna estación olfativa fue dañada, de manera que se considera que todas las estaciones olfativas se encontraron activas y operantes durante el periodo de muestreo.

Determinación taxonómica de las especies

Los individuos avistados o registrados por medios fotográficos fueron identificados mediante el uso de guías de campo y literatura especializada, mientras que a las especies capturadas de difícil identificación se les tomaron medidas corporales externas siguiendo a Hall (1981), se tomaron notas sobre las características observadas que permitieran su posterior identificación mediante el uso de bibliografía pertinente para la zona y fotografías

de partes que facilitarán la identificación. Todos los individuos capturados fueron regresados a su medio en el sitio de captura en buenas condiciones.

Resultados

a. Muestreo en el área de la unidad de análisis sistema ambiental.

A partir de los estudios de campo en el sistema ambiental se registraron un total de 11 especies de mamíferos, distribuidos en 11 géneros, 8 familias y 4 órdenes taxonómicos. Ninguna de las especies encontradas se encuentra en categoría de NOM-059-SEMARNAT-2010 ni endémicas.

Tabla IV.124. Riqueza de especies de mamíferos en la unidad de análisis sistema ambiental.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	Endemismo	NOM 059
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre torda		
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto		
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	*Liomys irroratus*	Ratón espinoso mexicano		
Mammalia	Rodentia	Muridae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón cuatralvo		
Mammalia	Rodentia	Muridae	*Mus musculus*	Ratón casero		
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla negra		
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		
Mammalia	Carnivora	Mephitinae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado del sur		
Mammalia	Carnivora	Mephitinae	*Spilogale angustifrons*	Zorrilo pigmeo del sur		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño		

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de mamíferos de la unidad de análisis sistema ambiental.

La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta en la tabla IV.125, donde puede observarse que se registraron un total de 11 especies de mamíferos, donde las especies más abundantes son el Cacomixtle norteño y la Zorra gris (6 individuos cada uno y una frecuencia relativa de 18.8% cada uno). Estas dos especies junto con la ardilla negra y el conejo del desierto constituyen poco más del 68% de la abundancia relativa de los resultados del muestreo.

Parámetros bióticos y estimación del índice de diversidad y equidad por especie de los mamíferos silvestre es el siguiente:

Tabla IV.125. Parámetros bióticos de los mamíferos de la unidad de análisis sistema ambiental.

Especie	Nombre común	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	3	9.4	3	25.0	0.6
Lepus callotis	Liebre torda	2	6.3	2	16.7	0.4
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	5	15.6	4	33.3	1.0
Liomys irroratus	Ratón espinoso mexicano	1	3.1	1	8.3	0.2
Peromyscus maniculatus	Ratón cuatralvo	1	3.1	1	8.3	0.2
Mus musculus	Ratón casero	1	3.1	1	8.3	0.2
Sciurus aureogaster	Ardilla negra	5	15.6	4	33.3	1.0
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	6	18.8	6	50.0	1.3
Mephitis macroura	Zorrillo listado del sur	1	3.1	1	8.3	0.2
Spilogale angustifrons	Zorrilo pigmeo del sur	1	3.1	1	8.3	0.2
Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	6	18.8	4	33.3	1.3
	Total	**32**	**100**			**6.7**

Diversidad

El índice de Shannon calculado para la mastofauna del sistema ambiental, es de H'=2.14. El cálculo de la diversidad máxima esperada es H'_{max} = 2.40 para los resultados obtenidos (S=11), lo que puede interpretarse finalmente como un índice de diversidad medio alto para la zona, confirmado por el índice calculado de equidad de Pielou J'=0.89.

Tabla IV.126. Índice de diversidad de los mamíferos de la unidad de análisis sistema ambiental.

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Didelphis virginiana	3	0.09375	2.36712	0.22192
Lepus callotis	2	0.06250	2.77259	0.17329
Sylvilagus audubonii	5	0.15625	1.85630	0.29005
Liomys irroratus	1	0.03125	3.46574	0.10830
Peromyscus maniculatus	1	0.03125	3.46574	0.10830
Mus musculus	1	0.03125	3.46574	0.10830
Sciurus aureogaster	5	0.15625	1.85630	0.29005
Urocyon cinereoargenteus	6	0.18750	1.67398	0.31387
Mephitis macroura	1	0.03125	3.46574	0.10830
Spilogale angustifrons	1	0.03125	3.46574	0.10830
Bassariscus astutus	6	0.18750	1.67398	0.31387
Total	32			**2.14**
	Σni=N	**Σni=Pi**		**Σpi x ln(Pi)**
Riqueza S=	**11**			
Resultado: H' =	**2.14**			
Resultado: H' max =	**2.40**			
Resultado: J' =	**0.89**			

b. Muestreo en el área del proyecto o de CUSTF

Se registraron 14 individuos de 7 especies, agrupadas en 6 familias y 4 órdenes taxonómicos (tabla IV.127). Durante el muestreo de mamíferos no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.127. Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto. Se muestra su categoría de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM 059
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño		
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto		
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla negra		
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris		
Mammalia	Carnivora	Mephitinae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado del sur		
Mammalia	Carnivora	Mephitinae	*Spilogale angustifrons*	Zorrilo pigmeo del sur		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño		

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de mamíferos en el área del proyecto o de CUSTF

Abundancia

Durante el trabajo de campo se registraron sólo 14 individuos en el área forestal que se contempla para el proyecto, siendo la Ardilla negra (*Sciurus aureogaster)* y el Cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) los más abundantes (tabla IV.128).

Valores de Importancia de los mamíferos y parámetros bióticos y estimación del índice de diversidad y equidad por especie de la fauna silvestre es el siguiente:

Tabla IV.128. Parámetros bióticos de los mamíferos. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.

Especie	Nombre común	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	2	14.3	2	22.2	0.6
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	2	14.3	2	22.2	0.6
Sciurus aureogaster	Ardilla negra	3	21.4	3	33.3	0.8
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	2	14.3	2	22.2	0.6
Mephitis macroura	Zorrillo listado del sur	1	7.1	1	11.1	0.3
Spilogale angustifrons	Zorrilo pigmeo del sur	1	7.1	1	11.1	0.3
Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	3	21.4	3	33.3	0.8
	Total	**14**	**100**			**3.9**

Diversidad

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wienner es de H=1.87 (tabla IV.129). Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wienner (H´max) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (11 spp; H´max=1.95). La diversidad encontrada este estudio es media en función de las especies registradas. El índice de equidad de Pielou presenta un valor de J'= 0.96 que indica que la comunidad presenta una distribución cercana a la heterogeneidad.

Tabla IV.129. Índice de Diversidad de los mamíferos.

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Didelphis virginiana	2	0.14286	1.94591	0.27799
Sylvilagus audubonii	2	0.14286	1.94591	0.27799
Sciurus aureogaster	3	0.21429	1.54045	0.33010
Urocyon cinereoargenteus	2	0.14286	1.94591	0.27799
Mephitis macroura	1	0.07143	2.63906	0.18850

Nombre científico	No. De Ind.	Pi=ni/N	ln pi	Índice de Shannon
Spilogale angustifrons	1	0.07143	2.63906	0.18850
Bassariscus astutus	3	0.21429	1.54045	0.33010
Total	14			**1.87**
	Σni=N	**Σni=Pi**		**Σpi x ln(Pi)**
Riqueza S=	**7**			
Resultado: H' =	**1.87**			
Resultado H' max=	**1.95**			
Resultado: J' =	**0.96**			

INVENTARIO DE ANFIBIOS Y REPTILES

Método de muestreo de la herpetofauna

Se utilizó el método de transecto de ancho fijo para la búsqueda intensiva tratando de abarcar la mayor área posible. Se realizaron 12 transectos dentro del sistema ambiental y 9 dentro del área del proyecto. Los transectos tuvieron una longitud de 200 m con un ancho de 5 m a cada lado (figura IV.15), ya sea en línea recta o de forma irregular de acuerdo a la disponibilidad de caminos o veredas. Los muestreos se realizaron durante el día, entre las 8:00 y las 18:00 hrs. Cada transecto se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada micro hábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna. Se revisaron todos los microhábitats posibles: en el suelo, bajo y sobre rocas, removiendo hojarasca, bajo y sobre troncos caídos, árboles, orillas de cuerpos de agua, raíces y cercados.

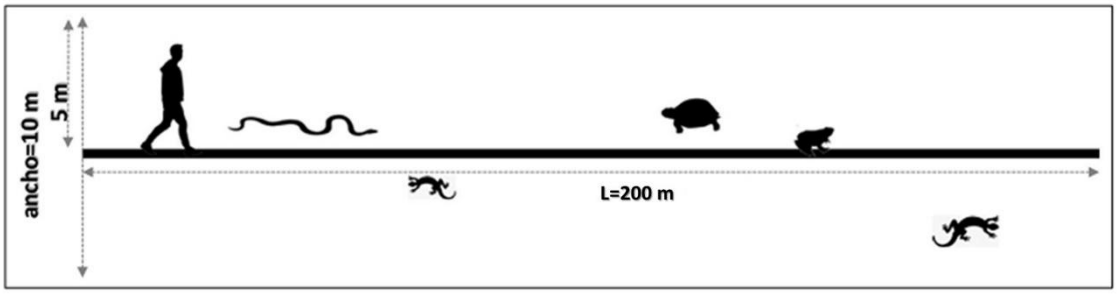


Figura IV.15. Transecto de ancho fijo para el muestreo de la herpetofauna

La determinación específica de los individuos se realizó utilizando las claves para anfibios y reptiles de Casas Andreu y McCoy (1979), así como las guías de anfibios y reptiles del Este y Centro de América de Conant y Collins (1998) y del Oeste de Stebbins (1985), así como de Lemos Espinal y Smith (2009), además de las fichas para cada especie publicadas en el Catálogo de Anfibios y Reptiles Americanos, editado por la Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR).

Resultados

a. Muestreo en la unidad de análisis sistema ambiental.

La riqueza específica (S) registrada del sistema ambiental fue de solamente 2 individuos de una especie correspondiente a la lagartija espinosa de collar *Sceloporus torquatus*, la cual no se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sin embargo es endémica (tabla IV.130).

Tabla IV.130. Especies de herpetofauna registrada durante el trabajo de campo dentro del sistema ambiental. Se muestra su categoría de endemismo y prioridad de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, E= endémica.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Endemismo	NOM 059
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	E	

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de anfibios y reptiles de la unidad de análisis sistema ambiental

Frecuencia, abundancia absoluta y abundancia relativa

El registro de solamente 2 individuos de 1 especie *(Sceloporus torquatus),* está fuertemente ligado a las condiciones climáticas y estacionales, debido a las bajas temperaturas de la zona, la presencia de anfibios y reptiles se reduce casi en su totalidad, provocando que su actividad esté prácticamente ausente. Con esta cantidad de datos, su frecuencia relativa, así como su abundancia serían del 100%, sin embargo, esta información es válida únicamente para el momento específico del muestreo.

Diversidad

De acuerdo con los requerimientos para el cálculo de índices de biodiversidad tales como Shannon-Weaver (H') así como índice de equidad de Pielou (J´), es necesario una mayor cantidad de registros, sin embargo, debido al periodo de brumación por parte de la herpetofauna fue imposible obtener una muestra representativa que nos permita obtener la información mínima requerida para hacer los cálculos, por tanto, resulta imposible realizar la ecuación para generar dichos índices.

b. ***Muestreo en el área del proyecto***

Dentro del área del proyecto no se registraron especies de herpetofauna**.**

La ausencia de registros de herpetofauna durante los muestreos realizados en el sitio de estudio puede atribuirse principalmente al estado de brumación que presentan reptiles y anfibios durante determinadas épocas del año. La brumación es un proceso fisiológico similar a la hibernación, característico de organismos ectotermos, que ocurre en respuesta a descensos en la temperatura ambiental, reducción del fotoperiodo y menor disponibilidad de recursos tróficos. Durante este periodo, los individuos reducen significativamente su actividad metabólica y locomotora, permaneciendo ocultos en refugios naturales como madrigueras, grietas, hojarasca profunda, cavidades del suelo o cuerpos de agua, lo que disminuye de manera considerable su detectabilidad en recorridos visuales, trampas y otros métodos de muestreo convencionales.

En consecuencia, la falta de avistamientos o capturas no debe interpretarse como ausencia de la herpetofauna en el sitio, sino como una limitación temporal asociada a las condiciones climáticas y biológicas propias de la temporada de muestreo. Diversos estudios señalan que la probabilidad de detección de reptiles y anfibios es marcadamente menor durante los meses fríos o secos, incrementándose nuevamente en periodos cálidos y húmedos, cuando los organismos retoman su actividad normal para alimentarse y reproducirse.

Resumen de la presencia de especies de fauna silvestre bajo régimen de protección legal.

Especies de fauna silvestre prioritarias de conservación registradas dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron **52 especies** de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 40, asimismo con el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=3.13. Se registró 1 especie considerada prioritaria según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 1 especie registrada es considerada endémica de México (tabla IV.131).

Tabla IV.131. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del sistema ambiental.

Grupo	S	H´	$H´_{max}$	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	1	-	-	-	0	1
Avifauna	40	3.13	3.69	0.85	1	0
Mastofauna	11	2.14	2.40	0.89	0	0
Total	**52**				**1**	**1**

Tabla IV.132. Especies de fauna silvestre bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, registrados en el área de estudio de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Reptiles	*Sceloporus torquatus*	Endémica
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Especies de fauna silvestre prioritaria para la conservación y registrada dentro del área del proyecto.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 35 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 28, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=2.88. Así también, el grupo que presentó especies prioritarias para la conservación fueron las aves con 1 especie de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se registraron especies consideradas endémicas de México (tabla IV.133).

Tabla IV.133. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.

Grupo	S	H´	$H´_{max}$	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	0	-	-	-	0	0
Avifauna	28	2.88	3.33	0.86	1	0
Mastofauna	7	1.87	1.95	0.96	0	0
Total	**35**				**1**	**0**

Dentro del área del proyecto se registró 1 especie prioritaria según la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se registraron especies endémicas (tabla IV.134).

Tabla IV.134. Especies NOM-059 registrada dentro del área del proyecto.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Resumen del análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional)

Frecuencia relativa: El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de la unidad de análisis sistema ambiental, en términos de frecuencia relativa es de la siguiente manera (resultado de los muestreos):

Aves: Las especies Torcacita de cola larga, Gorrión arlequín, Verdugo y Zenzontle (58.3%) de frecuencia relativa cada uno) fueron las que se detectaron con mayor frecuencia en los sitios de muestreo.

Mamíferos: La frecuencia de especies en relación a la totalidad de los muestreos son: Ardilla negra 33.3%, Cacomixtle norteño 33.3%, Tlacuache norteño 22.2%, Conejo del desierto 22.2%, Zorra gris 22.2%, Zorrillo pigmeo del sur 11.1% y Zorrillo listado del sur 11.1%. de frecuencia relativa.

Reptiles y Anfibios: La única especie registrada fue la Lagartija espinosa de collar y fue registrada en solo 2 sitios de muestreo con una frecuencia relativa de 16.7%.

Indicadores de diversidad (**tabla IV.135**):

Indicador	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Herpetofauna	1	-	-
Avifauna	40	3.13	0.85
Mastofauna	11	2.14	0.89

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística del predio del proyecto o de CUSTF

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Aves. La especie Gorrión arlequín fue la que presentó los valores de abundancia absoluta más altos con 27 (17.9% de abundancia relativa).

Mamíferos: Las especies registradas más abundantes fueron la ardilla negra y el cacomixtle norteño con 3 individuos y una abundancia relativa de 21.4% cada uno.

Reptiles y Anfibios. No se registraron especies de herpetofauna dentro del área del proyecto

Indicadores de diversidad (**tabla IV.136**):

Indicador	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Herpetofauna	0	-	-
Avifauna	28	2.88	0.86
Mastofauna	7	1.87	0.96

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

Análisis comparativo del predio del proyecto con la unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal o Sistema Ambiental Regional), y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local. Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el proyecto no afectará dicha biodiversidad dentro de las subcuencas.

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad. Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.
Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental regional.

Tabla IV.137. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´) e Índice de equidad de Pielou (J`).

Indicador	Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)		Índice de equidad de PIELOU(J´)	
	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO
Herpetofauna	1	0	-	-	-	-
Avifauna	40	28	3.13	2.88	0.85	0.86
Mastofauna	11	7	2.14	1.87	0.89	0.96

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis sistema ambiental presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis sistema ambiental presenta una mayor riqueza y más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis sistema ambiental presenta alta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis sistema ambiental presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad faunística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis sistema ambiental y en el área sujeto a CUSTF.

- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis sistema ambiental y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis sistema ambiental y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis sistema ambiental.

Adicionalmente, es importante mencionar que todas las especies halladas en los muestreos, también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis sistema ambiental e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los transectos referidos anteriormente.

De acuerdo al análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis sistema ambiental como para el área del proyecto (área de CUSTF), se hacen las siguientes inferencias:

El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizó en el área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de la unidad de análisis sistema ambiental que las reportadas en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en la unidad de análisis sistema ambiental en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Tabla IV.138. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional)

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Ammodramus savannarum	9	6.0	4	33.3	1.00	10	3.0	4	33.3	0.57
Bubulcus ibis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Buteo jamaicensis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.08
Camptostoma imberbe	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Campylorhynchus brunneicapillus	4	2.6	3	25.0	0.44	5	1.5	3	25.0	0.29
Caracara plancus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Cathartes aura	2	1.3	2	16.7	0.22	1	0.3	1	8.3	0.06
Catherpes mexicanus	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Chondestes grammacus	27	17.9	6	50.0	3.00	29	8.7	7	58.3	1.66
Columbina inca	11	7.3	6	50.0	1.22	19	5.7	7	58.3	1.09
Crotophaga sulcirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	6	1.8	4	33.3	0.34
Cynathus latirostris	2	1.3	1	8.3	0.22	9	2.7	7	58.3	0.51
Falco peregrinus	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Falco sparverius	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Haemarhous mexicanus	12	7.9	4	33.3	1.33	18	5.4	6	50.0	1.03
Icterus cucullatus	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Icterus pustulatus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Lanius ludovicianus	5	3.3	4	33.3	0.56	9	2.7	7	58.3	0.51
Melanerpes aurifrons	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Melospiza lincolnii	2	1.3	2	16.7	0.22	7	2.1	4	33.3	0.40
Mimus polyglottos	6	4.0	4	33.3	0.67	10	3.0	7	58.3	0.57
Molothrus aeneus	3	2.0	1	8.3	0.33	23	6.9	2	16.7	1.31
Molothrus ater	2	1.3	1	8.3	0.22	32	9.6	1	8.3	1.83
Passer domesticus	11	7.3	4	33.3	1.22	9	2.7	2	16.7	0.51
Passerina caerulea	1	0.7	1	8.3	0.11	3	0.9	2	16.7	0.17
Phainopepla nitens	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Polioptila caerulea	6	4.0	5	41.7	0.67	6	1.8	4	33.3	0.34
Pyrocephalus rubinus	6	4.0	5	41.7	0.67	8	2.4	5	41.7	0.46
Quiscalus mexicanus	0	0	0	0	0	2	0.6	1	8.3	0.11
Sayornis nigricans	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Setophaga coronata	0	0	0	0	0	5	1.5	1	8.3	0.29
Spinus psaltria	6	4.0	3	25.0	0.67	10	3.0	6	50.0	0.57
Spizella passerina	11	7.3	3	25.0	1.22	8	2.4	4	33.3	0.46
Sporophila torqueola	0	0	0	0	0	7	2.1	4	33.3	0.40
Toxostoma curvirostre	3	2.0	3	25.0	0.33	6	1.8	5	41.7	0.34
Troglodytes aedon	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus crassirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus vociferans	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Xanthocephalus xanthocephalus	0	0	0	0	0	50	14.9	1	8.3	2.86
Zenaida macroura	14	9.3	7	58.3	1.56	21	6.3	6	50.0	1.20

ESPECIE/MAMIFEROS	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Bassariscus astutus	3	21.4	3	33.3	0.8	6	18.8	4	33.3	1.3
Didelphis virginiana	2	14.3	2	22.2	0.6	3	9.4	3	25.0	0.6
Lepus callotis	0	0	0	0	0	2	6.3	2	16.7	0.4
Liomys irroratus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2

ESPECIE/MAMIFEROS	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Mephitis macroura	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Mus musculus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Peromyscus maniculatus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Sciurus aureogaster	3	21.4	3	33.3	0.8	5	15.6	4	33.3	1.0
Spilogale angustifrons	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Sylvilagus audubonii	2	14.3	2	22.2	0.6	5	15.6	4	33.3	1.0
Urocyon cinereoargenteus	2	14.3	2	22.2	0.6	6	18.8	6	50.0	1.3

Parea el caso de la herpetofauna, solamente se registró la especie *Sceloporus torquatus* en el sistema ambiental.

En este Capítulo IV en el tema de fauna se indican las especies registradas mediante los muestreos para el predio de CUSTF y los ejecutados en SAR del proyecto. Mismas que se incluyen en la presente sección, indicando, nombre de la especie, nombre común, estado de protección según la NOM-059, especies nativas o endémicas, así mismo se indica el estado actual en que se encuentran sus poblaciones según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 3.1) destacado en CONABIO (2019), las cuales son clasificadas con base al estudio de sus poblaciones y de su distribución.

Análisis de similitud entre comunidades de fauna de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) y el proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizará un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra.

Para establecer el grado de similitud entre los grupos de fauna, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre en la unidad de análisis y el área del proyecto. El índice de BrayCurtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

Coeficiente de similitud de BrayCurtis

Este índice de similitud de Bray Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{S} \left| X_{ij} - X_{ik} \right|}{\sum_{i=1}^{S} \left[X_{ij} + X_{ik} \right]}$$

Donde:
B = medida de BrayCurtis entre las muestras j y
K = número de individuos de la especie i en la muestra
J = número de individuos de la especie i en la muestra K
S = número de especies

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de BrayCurtis (1 – B).

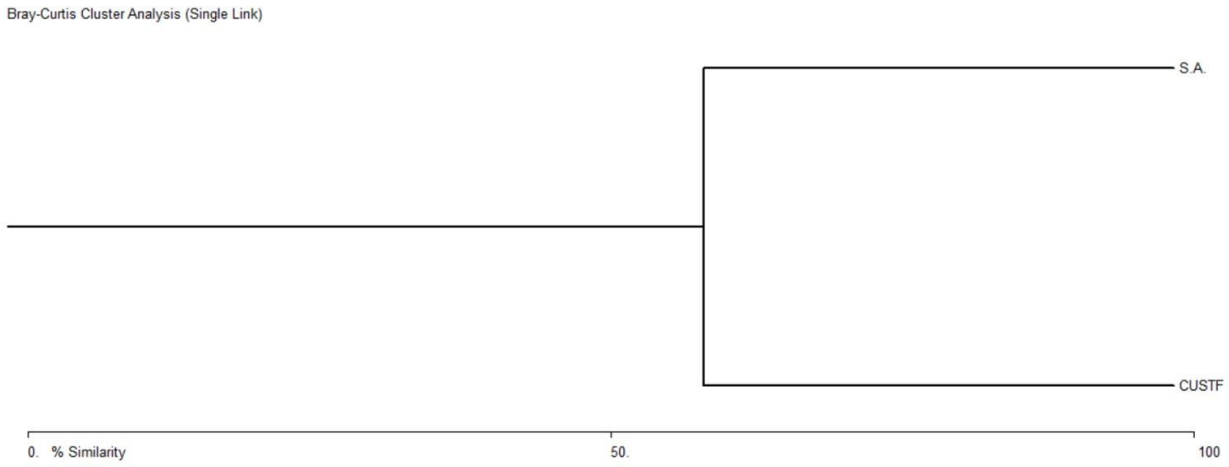
Método

Para comparar los registros de cada grupo de las especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada entre en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) y los predios, se computó usando el coeficiente de similitud de BrayCurtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

Aves

Tabla IV.139. Los resultados del análisis de similitud entre las especies de aves entre los predios de CUSTF del Proyecto y en la unidad de análisis Sistema ambiental.

	Número de especies de aves registradas en el sistema ambiental	Número de especies de aves registrados en Proyecto (predio sujeto a CUSTF)
Especies	40	28
Índice de Similitud	0.59	
% de Similitud	59.67%	

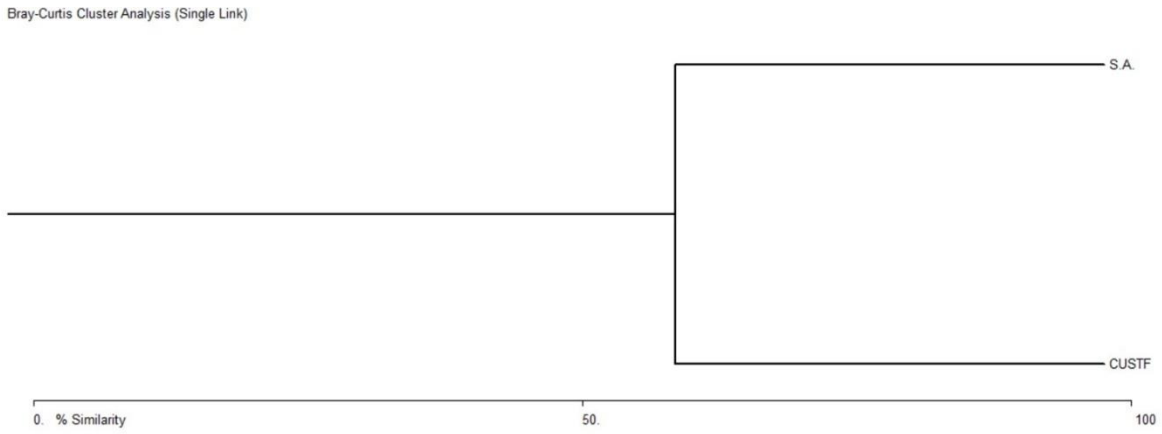


Grafica IV.67. Dendrograma entre las especies de aves del Sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de aves de ambos es del 59.67%.

Mamíferos

Tabla IV.140. Los resultados del análisis de similitud entre las especies de mamíferos entre el predio de CUSTF del Proyecto y en la unidad de análisis sistema ambiental.

	Número de especies de mamíferos registrados en los muestreos del sistema ambiental	Número de especies de mamíferos registrados en Proyecto (predio sujeto a CUSTF)
Especies	11	7
Índice de Similitud	0.60	
% de Similitud	60.86%	



Grafica IV.68. Dendrograma entre las especies de mamíferos del sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de mamíferos de ambos es de 60.86%.

Herpetofauna

En el caso de la herpetofauna, debido a que únicamente se registró una sola especie durante el periodo de muestreo, no fue posible realizar el análisis correspondiente, ya que la información obtenida resulta insuficiente para efectuar evaluaciones comparativas o estadísticas.

Curvas de acumulación de especies

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de una comunidad (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

Una forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

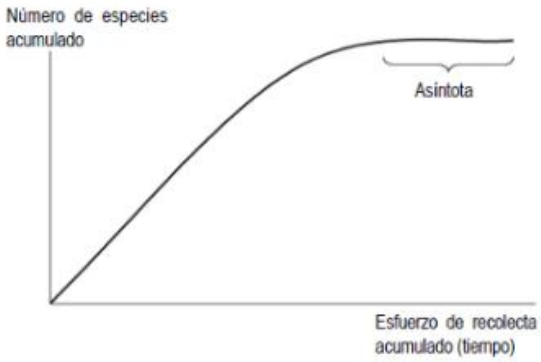
Los modelos de acumulación permiten:

1) Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.

2) Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables

3) Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.

4) Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.



Grafica IV.69. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

Métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza específica

Son un conjunto de estimadores no-paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado (Smith y van Belle, 1984; Colwell y Coddington, 1994; Palmer, 1990). Requieren solamente datos de presencia-ausencia.

Jacknife de primer orden

$$\text{Jack 1} = S + L\,(m\text{-}1/\,m)$$

Donde:
m= número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Es posible calcular la varianza de este estimador (Colwell y Coddington, 1994).

Bootstrap

$$\textbf{Bootstrap} = S + \Sigma\,(1-pj)^{n}$$

Este estimador de riqueza de especies se basa en p_j, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Al parecer, es menos preciso que los anteriores (Palmer, 1990; Colwell y Coddington, 1994).

Para llevar a cabo los análisis se utilizó el programa estadístico (*EstimateS; Colwell, 2006*) dado que computa las fórmulas y procesos estadísticos de una serie de métodos de indicadores que miden la biodiversidad con los cuales es posible determinar la calidad del inventario, es decir, demostrar si la confiabilidad sobre la cantidad de sitios muestreados fue suficiente, considerando que la muestra es pequeña y el grupo de especies registradas es muy conocida.

Para correr el análisis primero se debe elaborar una matriz de datos en un archivo .txt delimitado por tabulaciones. Ejemplo en la siguiente figura.

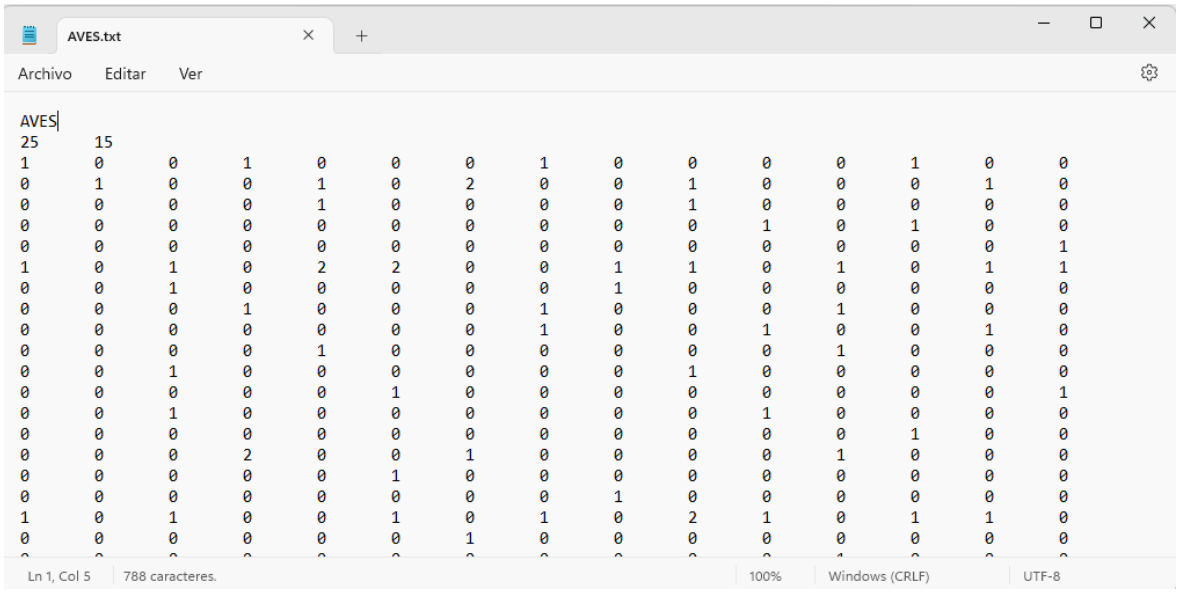


Tabla IV.141. Ejemplo de matriz o base de datos. Primera línea **nombre** de identificación de la matriz; segunda línea: **25** número especies, **15** número de sitios. Líneas posteriores; cada una representa a la especie correspondiente, y las columnas a cada sitio de muestreo, los números a la abundancia o número de individuos. Los ceros indican

ausencia de individuos, no se deben dejar en blanco pues el programa no reconoce la ausencia, y marca error.

Una vez que se tiene la matriz lista, se abre el programa estadístico de cómputo *EstimateS*, y se carga el archivo ".txt" (1), seleccionar los menús correspondientes, si hay algún error el programa lo indicará; enseguida se mostrará las caracteristicas de la matriz (2) y el formato de la matriz con el que se debe trabajar eligiendo el formato 1 Especies en "filas" y muestras en "columnas" (3).

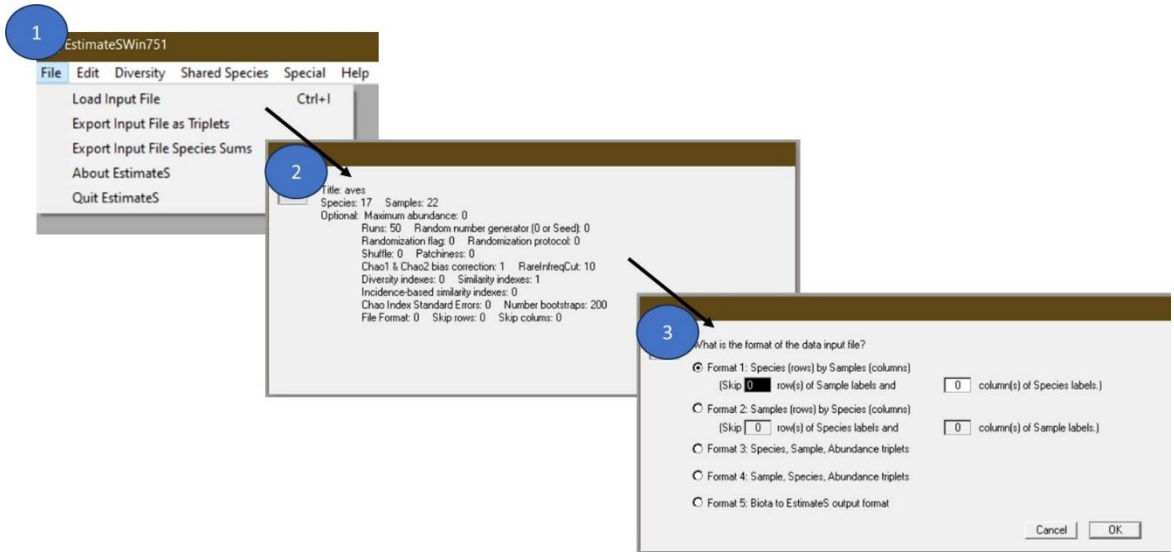


Figura IV.16. Ejemplo del procedimiento de carga de la matriz en el programa estadístico *EstimateS*

Una vez cargado el archivo .txt, se selecciona la pestaña "Diversity-Diversity settings" (1) y en la pestaña "Randomization" (2) se deja tal como aparece por default, y en la siguiente pestaña "Estimators" se selecciona la formula clásica para Chao1 y Chao 2 y se selecciona "OK" (3).

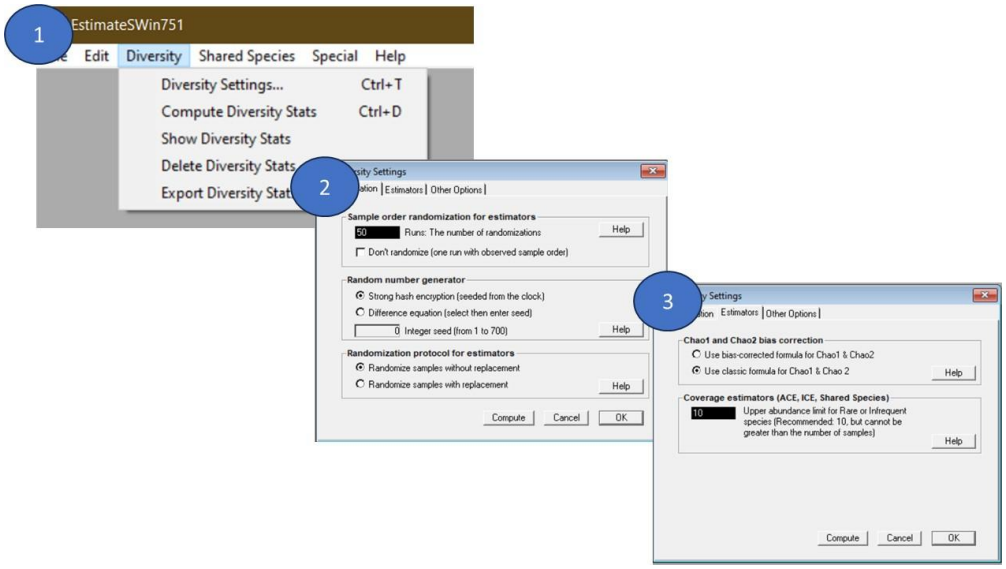
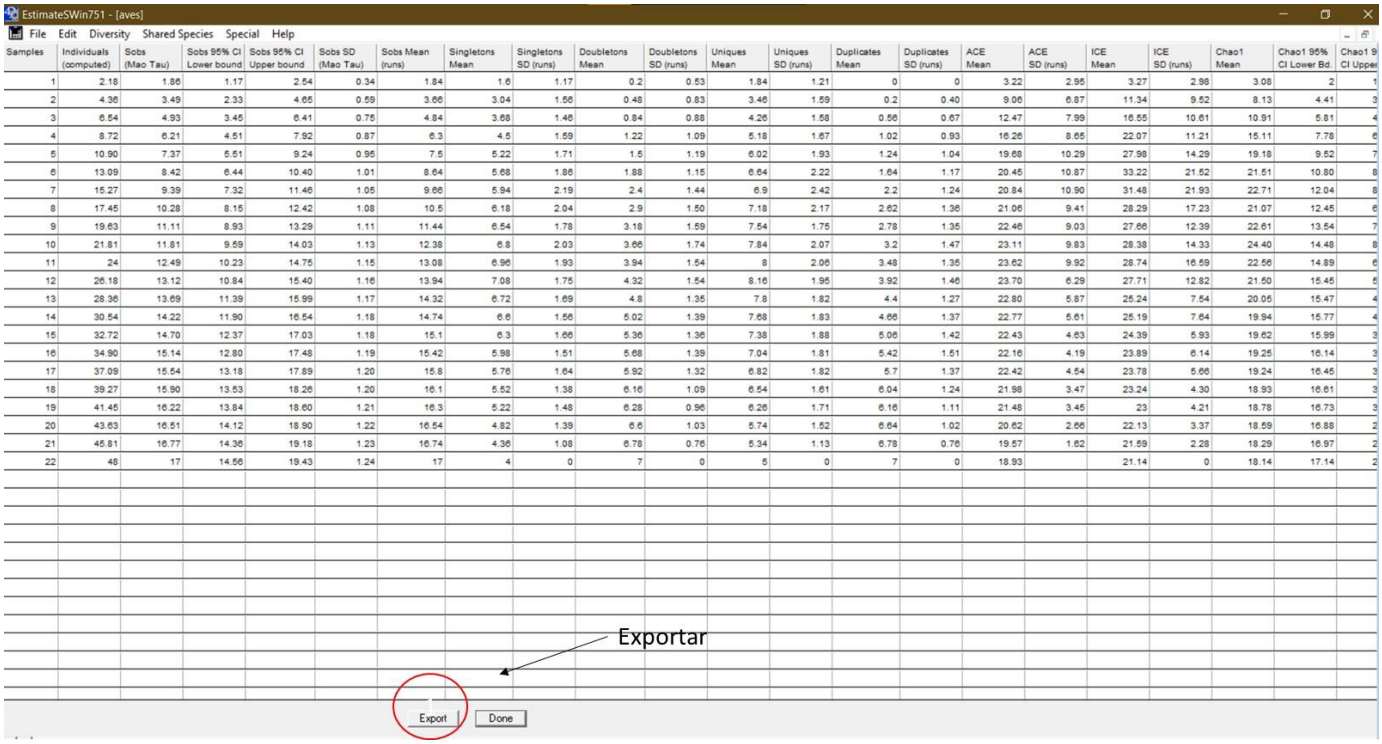


Figura IV.17. Ejemplo de procedimiento de configuración del análisis en el programa estadístico *EstimateS*

Una vez que se corre el análisis aparece un cuadro de dialogo, el cual se selecciona “OK” e inmediatamente después aparece la tabla de resultados del análisis, el cual se debe de exportar al formato ASCII file (.txt) para posteriormente abrirlo mediante el programa Excel y elaborar la curva de acumulación de especies. Los resultados se indican en el anexo, archivo de Excel.



Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs 95% CI Lower bound	Sobs 95% CI Upper bound	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Singletons SD (runs)	Doubletons Mean	Doubletons SD (runs)	Uniques Mean	Uniques SD (runs)	Duplicates Mean	Duplicates SD (runs)	ACE Mean	ACE SD (runs)	ICE Mean	ICE SD (runs)	Chao1 Mean	Chao1 95% CI Lower Bd.	Chao1 9 CI Upper
1	2.18	1.86	1.17	2.54	0.34	1.84	1.6	1.17	0.2	0.53	1.84	1.21	0	0	3.22	2.95	3.27	2.98	3.08	2	1
2	4.36	3.49	2.33	4.65	0.59	3.66	3.04	1.56	0.48	0.83	3.46	1.59	0.2	0.40	9.06	6.87	11.34	9.52	8.13	4.41	3
3	6.54	4.93	3.45	6.41	0.75	4.84	3.68	1.46	0.84	0.88	4.26	1.58	0.56	0.67	12.47	7.99	16.55	10.61	10.91	5.81	4
4	8.72	6.21	4.51	7.92	0.87	6.3	4.5	1.59	1.22	1.09	5.18	1.67	1.02	0.93	16.26	8.65	22.07	11.21	15.11	7.78	6
5	10.90	7.37	5.51	9.24	0.95	7.5	5.22	1.71	1.5	1.19	6.02	1.93	1.24	1.04	19.68	10.29	27.98	14.29	19.18	9.52	7
6	13.09	8.42	6.44	10.40	1.01	8.64	5.68	1.86	1.88	1.15	6.64	2.22	1.64	1.17	20.45	10.87	33.22	21.52	21.51	10.80	8
7	15.27	9.39	7.32	11.46	1.05	9.66	5.94	2.19	2.4	1.44	6.9	2.42	2.2	1.24	20.84	10.90	31.48	21.93	22.71	12.04	8
8	17.45	10.28	8.15	12.42	1.08	10.5	6.18	2.04	2.9	1.50	7.18	2.17	2.62	1.36	21.06	9.41	28.29	17.23	21.07	12.45	6
9	19.63	11.11	8.93	13.29	1.11	11.44	6.54	1.78	3.18	1.59	7.54	1.75	2.78	1.35	22.46	9.03	27.66	12.39	22.61	13.54	7
10	21.81	11.81	9.59	14.03	1.13	12.38	6.8	2.03	3.66	1.74	7.84	2.07	3.2	1.47	23.11	9.83	28.38	14.33	24.40	14.48	8
11	24	12.49	10.23	14.75	1.15	13.08	6.96	1.93	3.94	1.54	8	2.06	3.48	1.35	23.62	9.92	28.74	16.59	22.56	14.89	6
12	26.18	13.12	10.84	15.40	1.16	13.94	7.08	1.75	4.32	1.54	8.16	1.95	3.92	1.46	23.70	6.29	27.71	12.82	21.50	15.45	5
13	28.36	13.69	11.39	15.99	1.17	14.32	6.72	1.69	4.8	1.35	7.8	1.82	4.4	1.27	22.80	5.87	25.24	7.54	20.05	15.47	4
14	30.54	14.22	11.90	16.54	1.18	14.74	6.6	1.56	5.02	1.39	7.68	1.83	4.66	1.37	22.77	5.61	25.19	7.64	19.94	15.77	4
15	32.72	14.70	12.37	17.03	1.18	15.1	6.3	1.66	5.36	1.36	7.38	1.88	5.06	1.42	22.43	4.63	24.39	5.93	19.62	15.99	3
16	34.90	15.14	12.80	17.48	1.19	15.42	5.98	1.51	5.68	1.39	7.04	1.81	5.42	1.51	22.16	4.19	23.89	6.14	19.25	16.14	3
17	37.09	15.54	13.18	17.89	1.20	15.8	5.76	1.64	5.92	1.32	6.82	1.82	5.7	1.37	22.42	4.54	23.78	5.66	19.24	16.45	3
18	39.27	15.90	13.53	18.26	1.20	16.1	5.52	1.38	6.16	1.09	6.54	1.61	6.04	1.24	21.98	3.47	23.24	4.30	18.93	16.61	3
19	41.45	16.22	13.84	18.60	1.21	16.3	5.22	1.48	6.28	0.96	6.26	1.71	6.16	1.11	21.48	3.45	23	4.21	18.78	16.73	3
20	43.63	16.51	14.12	18.90	1.22	16.54	4.82	1.39	6.6	1.03	5.74	1.52	6.64	1.02	20.62	2.66	22.13	3.37	18.59	16.88	2
21	45.81	16.77	14.36	19.18	1.23	16.74	4.36	1.08	6.78	0.76	5.34	1.13	6.78	0.76	19.57	1.62	21.59	2.28	18.29	16.97	2
22	48	17	14.56	19.43	1.24	17	4	0	7	0	5	0	7	0	18.93		21.14	0	18.14	17.14	2

Tabla IV.142. Tabla de resultados del análisis del programa estadístico *EstimateS*

Consideraciones de la metodología estadística aplicada

A pesar de su simplicidad y su amplio uso como medida general de biodiversidad, la riqueza de especies es un parámetro con propiedades complejas, como su dependencia del tipo y esfuerzo de muestreo invertido. En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada (Grafica Curvas de acumulación). A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el

muestreo. En este punto conviene puntualizar que el tamaño y la composición de un inventario de especies en un lugar determinado varía con el tiempo (Adler &Lauenroth, 2003) debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente. Además, determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años. En este capítulo se han descrito los métodos empleados en este estudio, mismos que fueron seleccionados por sus eficaces y confiables resultados, que aportan y aproximación al conocimiento y comparación de la riqueza de especies entre comunidades ecológicas; ya que resuelven las preguntas biológicas de interés para este estudio.

A continuación, se presentan las curvas para la fauna registrada en la unidad de análisis sistema ambiental y área del proyecto (CUSTF).

Unidad de análisis o sistema ambiental

Herpetofauna

Debido a que solamente se registró una especie de herpetofauna, matemáticamente es imposible realizar un análisis de curva de acumulación de especies para este grupo.

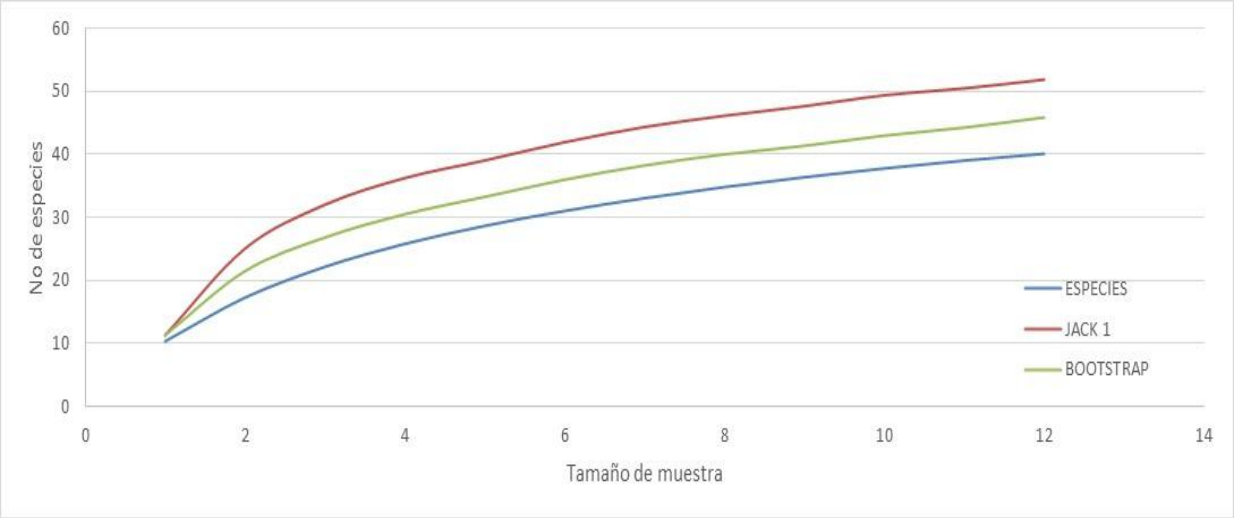
Aves

Durante los muestreos se registraron 335 individuos de 40 especies, la curva de acumulación de especies muestra que la curva tiende a estabilizarse llegando muy próximo a la asíntota. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio ocurren 51.92 (Jack-Knife 1) y 45.78 especies (Bootstrap). Por lo que el presente estudio ha alcanzado entre el 77% y el 87% de la riqueza estimada para el área de estudio durante la ventana temporal del muestreo. Estos porcentajes indican que se logró un buen muestreo y altamente confiable para el área de estudio, y la proporción de especies (diversidad) registrada expresa buena calidad con relación al esfuerzo realizado.

Tabla IV 143. Resultados del análisis programa estadístico EstimateS para los indicadores Jack 1 y Bootstrap, de la avifauna registrada durante el estudio.

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
1	27.92	10.25	7.7	12.8	11.22	11.22
2	55.83	17.18	13.41	20.96	25.02	21.4
3	83.75	22.07	17.75	26.38	32.01	26.74
4	111.67	25.71	21.17	30.24	36.26	30.44
5	139.58	28.57	23.96	33.18	39.06	33.18
6	167.5	30.94	26.29	35.58	41.97	35.91
7	195.42	32.96	28.3	37.62	44.39	38.17
8	223.33	34.73	30.04	39.42	46.17	39.93
9	251.25	36.29	31.56	41.02	47.7	41.29
10	279.17	37.68	32.89	42.48	49.43	42.9
11	307.08	38.92	34.03	43.8	50.52	44.18
12	335	40	35.01	44.99	51.92	45.78

En base a estos resultados se generó la siguiente curva.



Grafica IV.70. Curva de acumulación de especies de la avifauna en el área de estudio donde se presentan los estimadores Jack 1 y Bootstrap.



Grafica IV.71. Curva de acumulación de especies de la avifauna en el área de estudio donde se muestra el intervalo de confianza al 95%.

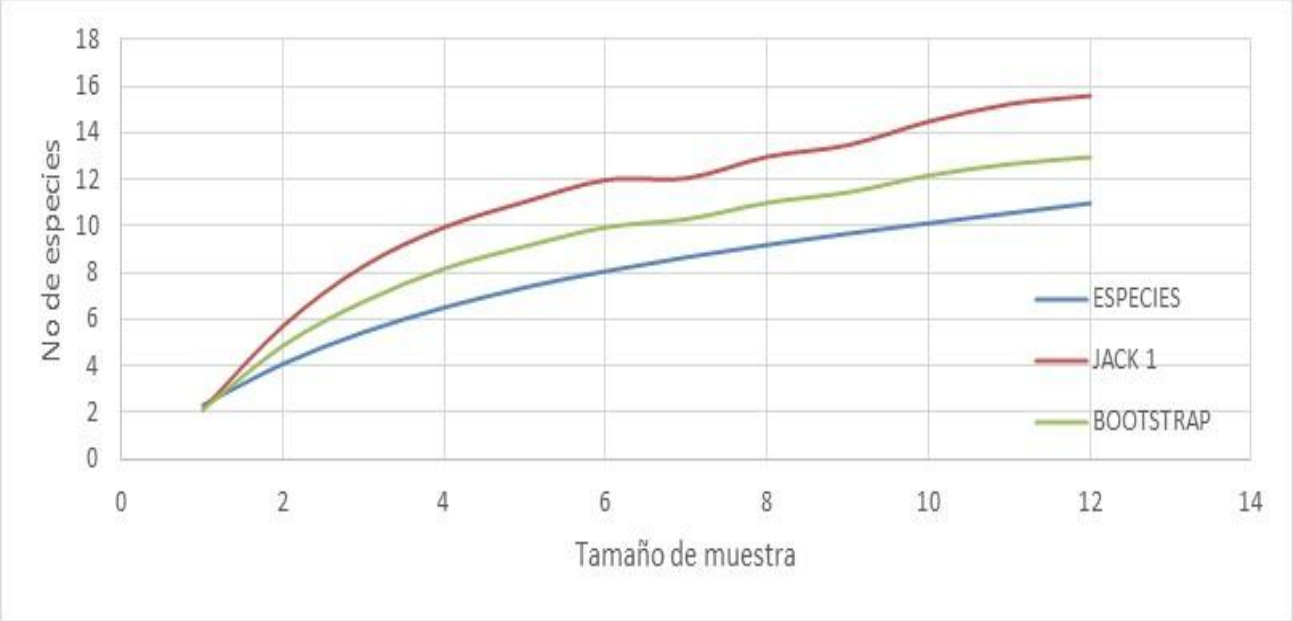
Mamíferos

Los distintos métodos de muestreo resultaron en el registro de sólo 32 individuos de 11 especies. La curva de acumulación de especies muestra una curva con incrementos discretos. Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existan entre 12.93 y 15.58 especies (Bootstrap y Jack respectivamente). A partir de estas estimaciones, que siempre deben considerarse en función del contexto del estudio (estacionalidad, métodos y resultados), se considera que en este estudio se representan entre el 71% y el 85% de las especies que podrían presentarse en el predio.

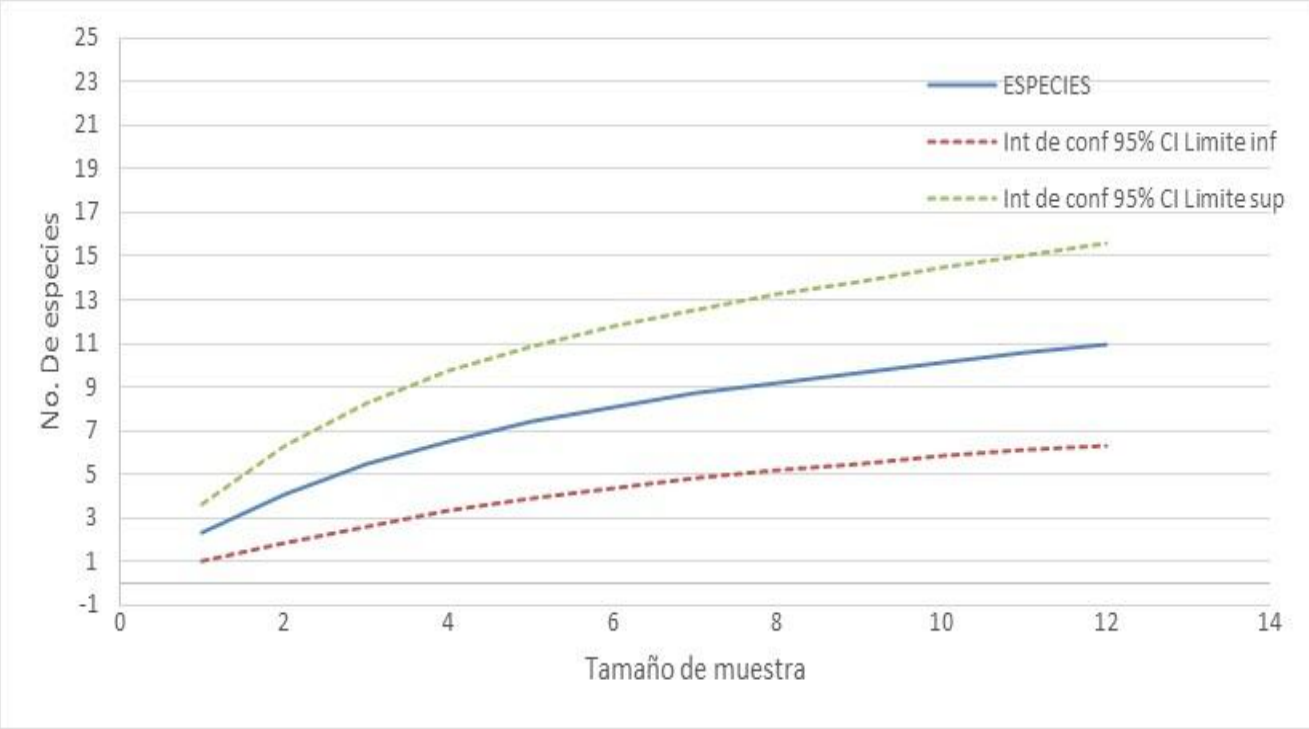
Tabla IV 144. Resultados del análisis programa estadístico EstimateS para los indicadores Jack 1 y Bootstrap, de la mastoauna registrada durante el estudio.

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
1	2.67	2.33	1	3.67	2.12	2.12
2	5.33	4.11	1.88	6.33	5.72	4.87
3	8	5.47	2.65	8.28	8.29	6.75

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
4	10.67	6.53	3.32	9.75	9.95	8.16
5	13.33	7.39	3.89	10.89	11.04	9.12
6	16	8.09	4.38	11.8	11.97	9.93
7	18.67	8.69	4.81	12.57	12.05	10.28
8	21.33	9.22	5.19	13.24	12.97	10.98
9	24	9.7	5.53	13.87	13.47	11.43
10	26.67	10.15	5.83	14.47	14.48	12.15
11	29.33	10.58	6.11	15.06	15.23	12.64
12	32	11	6.36	15.64	15.58	12.93



Grafica IV.72. Curva de acumulación de la mastofauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.



Grafica IV.73. Curva de acumulación de especies de la mastofauna en el área de estudio donde se muestra el intervalo de confianza al 95%.

Área del proyecto (CUSTF)

Herpetofauna

Debido a que no se registraron especies de herpetofauna, matemáticamente es imposible realizar un análisis de curva de acumulación de especies para este grupo.

Aves

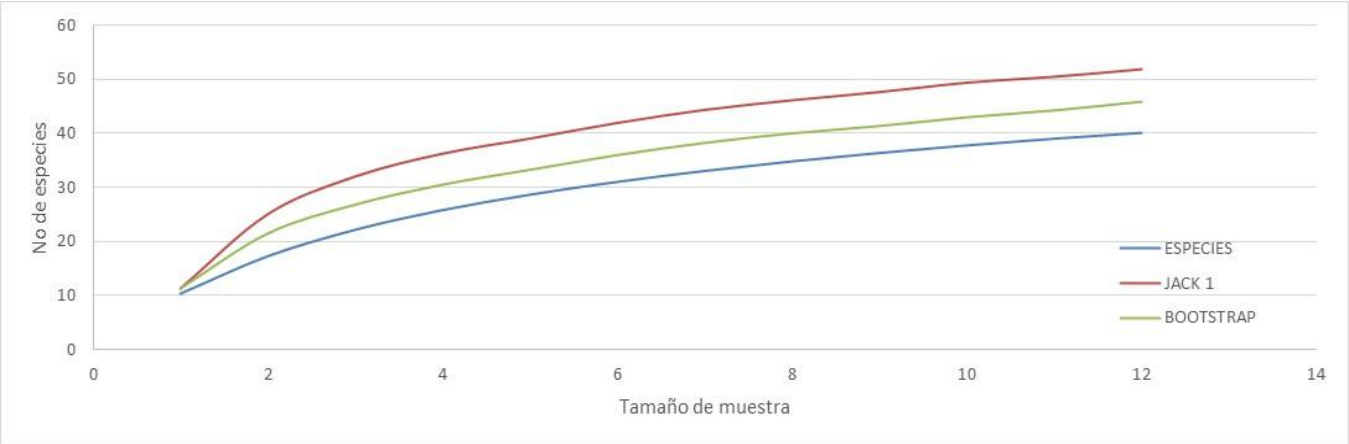
Durante los muestreos se registraron 335 individuos de 40 especies, la curva de acumulación de especies muestra que la curva tiende a estabilizarse llegando muy próximo a la asíntota. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio ocurren 51.92 (Jack-Knife 1) y 45.78 especies (Bootstrap). Por lo que el presente estudio ha alcanzado entre el 77% y el 87% de la riqueza estimada para el área de estudio durante la ventana temporal del muestreo. Estos porcentajes indican que se logró un buen

muestreo y altamente confiable para el área de estudio, y la proporción de especies (diversidad) registrada expresa buena calidad con relación al esfuerzo realizado.

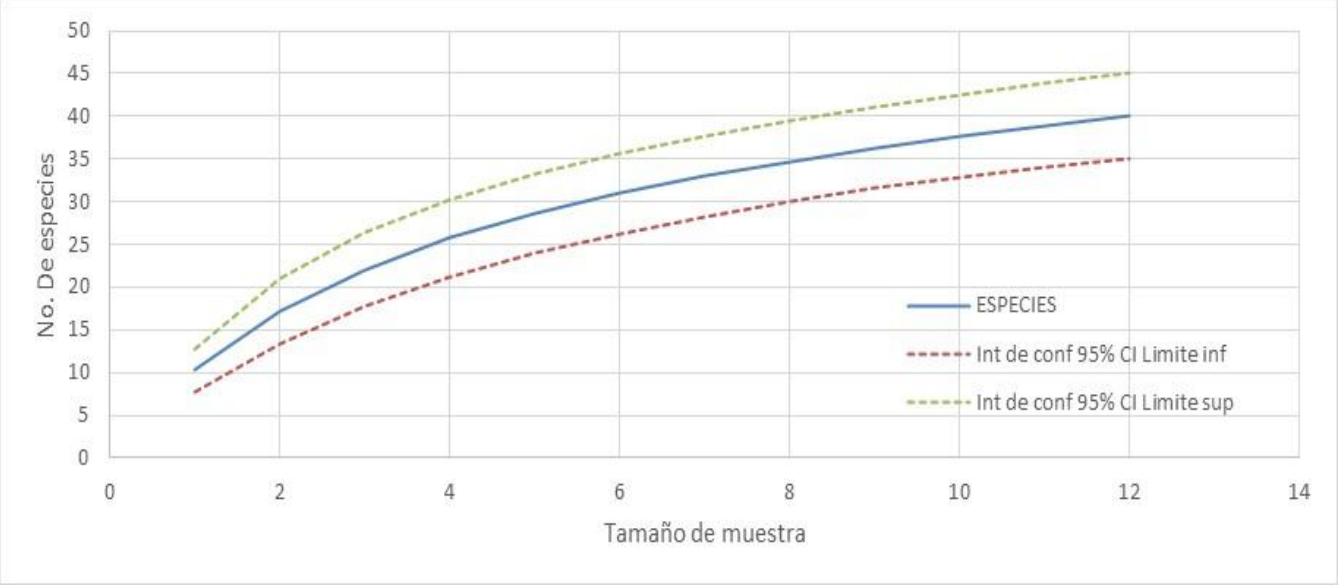
Tabla IV 145l. Resultados del análisis programa estadístico EstimateS para los indicadores Jack 1 y Bootstrap, de la avifauna registrada durante el estudio.

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
1	27.92	10.25	7.7	12.8	11.22	11.22
2	55.83	17.18	13.41	20.96	25.02	21.4
3	83.75	22.07	17.75	26.38	32.01	26.74
4	111.67	25.71	21.17	30.24	36.26	30.44
5	139.58	28.57	23.96	33.18	39.06	33.18
6	167.5	30.94	26.29	35.58	41.97	35.91
7	195.42	32.96	28.3	37.62	44.39	38.17
8	223.33	34.73	30.04	39.42	46.17	39.93
9	251.25	36.29	31.56	41.02	47.7	41.29
10	279.17	37.68	32.89	42.48	49.43	42.9
11	307.08	38.92	34.03	43.8	50.52	44.18
12	335	40	35.01	44.99	51.92	45.78

En base a estos resultados se generó la siguiente curva.



Grafica IV.74. Curva de acumulación de especies de la avifauna en el área de estudio donde se presentan los estimadores Jack 1 y Bootstrap.



Grafica IV.75. Curva de acumulación de especies de la avifauna en el área de estudio donde se muestra el intervalo de confianza al 95%.

Mamíferos

Los distintos métodos de muestreo resultaron en el registro de sólo 14 individuos de 7 especies. La curva de acumulación de especies muestra una curva con incrementos discretos. Los modelos no paramétricos estiman que en el lugar existan entre 8.06 y 8.78 especies (Bootstrap y Jack respectivamente). A partir de estas estimaciones, que siempre deben considerarse en función del contexto del estudio (estacionalidad, métodos y resultados), se considera que en este estudio se representan entre el 80% y el 87% de las especies que podrían presentarse en el área del proyecto (CUSTF).

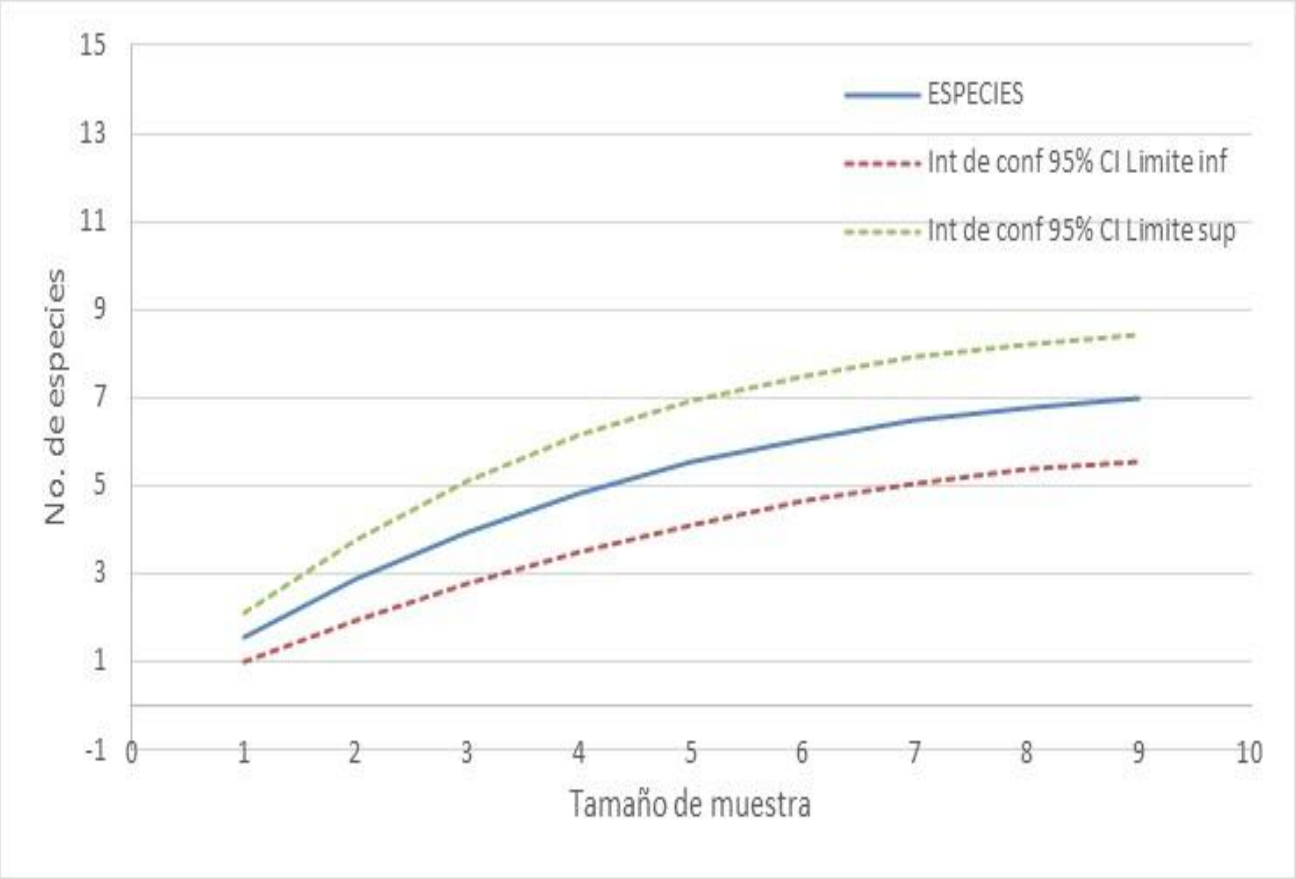
Tabla IV 146II. Resultados del análisis programa estadístico EstimateS para los indicadores Jack 1 y Bootstrap, de la mastoauna registrada durante el estudio.

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
1	1.56	1.56	1.01	2.1	1.9	1.9
2	3.11	2.86	1.94	3.78	4.49	3.79

Tamaño de muestra	Individuos	Especies	Int de conf 95% CI Limite inf	Int de conf 95% CI Limite sup	JACK 1	BOOTSTRAP
3	4.67	3.94	2.77	5.11	6.56	5.3
4	6.22	4.82	3.49	6.14	7.75	6.23
5	7.78	5.52	4.12	6.91	8.29	6.82
6	9.33	6.06	4.64	7.48	8.99	7.59
7	10.89	6.47	5.05	7.9	9.27	8
8	12.44	6.78	5.35	8.2	9.07	8.07
9	14	7	5.55	8.45	8.78	8.06



Grafica IV.76. Curva de acumulación de la mastofauna en los sitios de muestreo dentro del área de estudio.



Grafica IV.77. Curva de acumulación de especies de la mastofauna en el área de estudio donde se muestra el intervalo de confianza al 95%.

Especies de valor comercial y/o cinegético

De acuerdo con los criterios establecidos en la Ley General de Fauna Silvestre, sólo se podrán llevar a cabo actividades cinegéticas o de aprovechamiento comercial de la fauna silvestre de manera sustentable, ya sea, mediante Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o en áreas donde ya operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS), lo que asegura que tienen un plan de manejo aprobado por la sustentabilidad del aprovechamiento del recurso fauna silvestre.

En el caso del aprovechamiento de aves canoras y de ornato, también se permite su explotación a través de Convenios de Concertación de Acciones concentrados entre la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT a través de la Dirección General de Vida Silvestre-y las organizaciones, uniones o asociaciones de aprovechadores de este recurso, de tal manera que se garantice la sustentabilidad del recurso fauna silvestre; las actividades correspondientes serán supervisadas por personal de la SEMARNAT con consentimiento expreso de los titulares de los predios y de los representantes de cada organización.

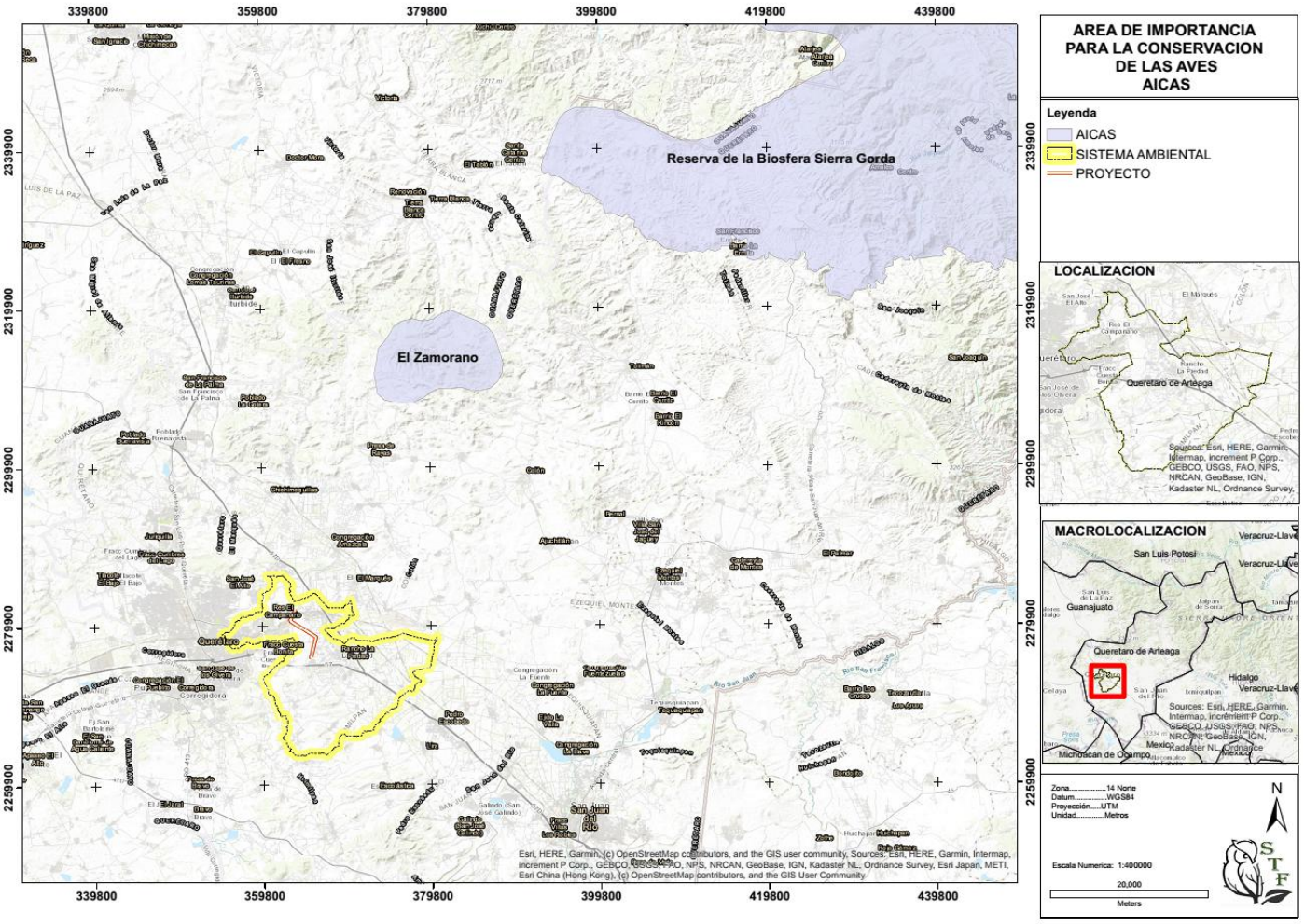
Entre los diferentes usos de la fauna silvestre, se encuentran: cacería de subsistencia, medicinal, ornato, mascotas, científica y materia prima (Pérez-Gil *et al.*, 1994).

Dentro de la unidad de análisis sistema ambiental se registró 1 especie de ave; *Zenaida macroura*, y respecto a los mamíferos; liebres y conejos (*Lepus callotis* y *Sylvilagus audubonii*) (tabla IV.122). Las cuales se regulan su aprovechamiento mediante el calendario cinegético 2025-2026 del Estado de Querétaro.

La cacería de autoconsumo de las especies de fauna silvestre constituye un complemento de proteínas de la dieta de los habitantes cercanos a la unidad de análisis sistema ambiental. Por otro lado, no se conoce la explotación de especies, fundamentalmente de aves canoras y de ornato.

Áreas Prioritarias para la Conservación de las aves

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO), ni en el área de estudio ni en el sistema ambiental se localizan Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), sin embargo al noreste aunque fuera del sistema ambiental se localizan el AICA denominada “El Zamorano” y la reserva de la biosfera “Sierra Gorda” respectivamente, la cues la obra en estudio no tendrán relación alguna con las AICA’s en mención (mapa IV.61).



Mapa IV.61. Ubicación del Área de Importancia para la Conservación de las Aves “El Zamorano” y “Reserva de la biosfera Sierra Gorda” en la unidad de análisis sistema ambiental.

Vulnerabilidad

Para estimar la importancia y grado de vulnerabilidad de los componentes florísticos y faunísticos del área de estudio del proyecto, se partió primero de la significancia de esta con respecto a la caracterización ambiental descrita en el presente capítulo, entendiendo pues que la vulnerabilidad no es otra cosa que la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre; la vulnerabilidad siempre está determinada por el origen y tipo de evento, la geografía, las características técnico-ambientales de los ecosistemas existentes, la salud del ecosistema y la capacidad de recuperación en el más breve tiempo posible. Uno de los aspectos más importantes de analizar los parámetros, y que permite la persistencia de numerosas especies, es la heterogeneidad espacial y su relación con los disturbios naturales y antrópicos. Las tasas intermedias de disturbio pueden generar una mayor heterogeneidad espacial debido a la apertura de un amplio rango de fases suscesionales. La mayor heterogeneidad ocurre en hábitats intermedios, permitiendo la coexistencia de numerosas especies (Connell 1978, Petraitis *et al*. 1989). El componente ambiental principal que se consideró para evaluar la vulnerabilidad para el área de estudio del proyecto, es la presencia de especies en alguna categoría de riesgo de la 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). De dicho componente se toman en cuenta los siguientes indicadores:

a. Amplitud de la distribución de la especie en México
b. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural de la especie
c. Vulnerabilidad biológica intrínseca de la especie
d. Impacto de la actividad humana sobre la especie

Partiendo de estos indicadores, la única especie vulnerable localizada en la unidad de análisis sistema ambiental se muestran en la tabla IV.147.

Tabla IV.147. Especies identificadas en los muestreos dentro del sistema ambiental listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Reptiles	*Sceloporus torquatus*	Endémica
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Mientras que en los sitios del proyecto, se registró 1 especie de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (tabla IV.148)

Tabla IV.148. Especies identificadas en los muestreos dentro del área del proyecto listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Por lo tanto, en las acciones de protección y conservación de las especies en el área del proyecto se realizará tomando en cuenta también a las que resultaron vulnerables en la unidad de análisis sistema ambiental, dado que es posible que durante las actividades de construcción es posible localizar individuos vulnerables.

Acciones de protección y conservación

Para garantizar la protección y conservación de las especies vulnerables del proyecto en referencia se ejecutarán los programas de manejo de flora y fauna, en los cuales se contemplan acciones tales como: capacitación y concienciación al personal de trabajo durante el periodo constructivo; se establecerá un reglamento interno que considere las sanciones al personal que cace, capture, dañe o pretenda comercializar con la fauna silvestre de la región; se mantendrá una supervisión permanente durante el proceso constructivo; se ejecutará el derribo direccional de la vegetación de forma paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna, entre otras.

Especies de interés cinegético.

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (2000) y tomando como base los criterios por ella establecidos, para acceder a la cacería cinegética o aprovechamiento comercial de la fauna silvestre, esta actividad sólo se podrá hacer bajo un criterio sustentable y se realizará dentro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o bien en áreas donde operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS) que cuenten con un plan de manejo aprobado desde el punto de vista de la sustentabilidad del recurso fauna silvestre.

Tabla IV.149. Calendario de épocas hábiles para el aprovechamiento cinegético de fauna en el Estado de Querétaro, temporada 2025-2026.

QUERÉTARO						
	ESPECIE		NOM-059	ÉPOCA HÁBIL		LÍMITE DE POSESIÓN
	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN		INICIO	TÉRMINO	
AVES	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	SC	Segundo viernes de diciembre 12/12/2025	Tercer domingo de marzo 15/03/2026	10
	Callipepla squamata	Codorniz escamosa	SC	Segundo viernes de diciembre 12/12/2025	Tercer domingo de marzo 15/03/2026	10
	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	SC	Cuarto viernes de septiembre 26/09/2025	Primer domingo de enero 04/01/2026	30
	Zenaida macroura	Paloma huilota	SC	Segundo viernes de octubre 10/10/2025	Segundo domingo de febrero 08/02/2026	30
	ESPECIE		NOM-059	ÉPOCA HÁBIL		LÍMITE DE POSESIÓN
	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN		INICIO	TÉRMINO	
MAMÍFEROS	*Lepus callotis*	Liebre torda	SC	Segundo viernes de octubre 10/10/2025	Primer domingo de marzo 01/02/2026	4
	Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	SC	Segundo viernes de octubre 10/10/2025	Primer domingo de marzo 01/02/2026	6
	Sylvilagus floridanus	Conejo castellano	SC	Segundo viernes de octubre 10/10/2025	Primer domingo de marzo 01/02/2026	6
	Canis latrans	Coyote	SC	Cuarto viernes de septiembre 26/09/2025	Primer domingo de febrero 01/02/2026	1
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	SC	Segundo viernes de diciembre 12/12/2025	Primer domingo de marzo 01/03/2026	1

Especies de interés cinegético en el área de estudio

Únicamente se detectaron 9 especies de interés cinegético en la zona: *Colinus virginianus, Zenaida asiatica, Callipeptla squamosa, Zenaida macroura, Sylvilagus audubonii, Sylvilagus floridanus, Lepus callotis, Canis latrans, , Odocoileus virginianus.*

Rutas migratorias de aves

A nivel mundial se ha calculado que 589 especies de aves en Eurasia y alrededor de 200 en Norteamérica son migratorias. También se conoce que hay una mayor proporción de especies migratorias en Canadá que en Estados Unidos, aún menor proporción en México y ninguna en las zonas tropicales del Amazonas.

Muchas de las preguntas que se han hecho acerca de la migración permanecen sin ser contestadas, y la investigación científica es muy activa en este campo. Se ha visto además que, de las aves migratorias norteamericanas más de 25% invernan solamente en México, alrededor del 20% lo hacen en México y Centroamérica, 16% en Centroamérica y el Caribe y el porcentaje restante lo hacen México y las islas del Caribe o en Sudamérica, siendo especialmente notable la casi total ausencia de aves migratorias norteamericanas en la región Amazónica. Podemos decir, por lo tanto, que México, especialmente sus costas y montañas, es el lugar más importante de refugio para las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá**.**

Rutas Migratorias del Pacifico

La migración sigue siendo uno de los aspectos más apremiantes del mundo de las aves. Dos veces al año, miles de millones de aves migran grandes distancias a través del globo. Por lo general, estos viajes siguen un eje predominantemente norte-sur, que unen zonas de cría en regiones templadas y árticas con sitios que no son de cría en templado y zonas tropicales. Muchas especies migran a lo largo de rutas similares bien establecidas conocidos como rutas migratorias. Investigaciones recientes han identificado ocho de tales vías: la del Atlántico Medio, el / Mar Negro Mediterráneo, la región de Asia / África del Este Medio, Asia Central, el Este de Asia / Australasia, y tres rutas de migración en las Américas y el Neotrópico.

El Pacífico de las Américas vía migratoria se extiende desde la tundra permafrost del Ártico alto, hacia el sur por la costa del Pacífico hasta la Tierra del Fuego, el extremo sur del continente sudamericano. Muchos de los millones de aves acuáticas migratorias que anidan en la tundra de Alaska se embarcan en notable viajes del sur a lo largo de esta ruta migratoria. A ellos se suman los viajeros de cría, entre ellos que Ganso *Branta hutchinsii leucopareia* de las Islas Aleutianas y *Limnodromus scolopaceus* del otro lado

del mar de Bering en el Ártico de Rusia. La mayoría de los pájaros siguen la costa de Alaska al sur a través de sitios de parada tradicionales como el Delta del Río Cobre.

Otras aves, como los patos marinos y los gansos carcajeantes, cruzan el Golfo de Alaska directamente desde sus lugares de cría en la península y las Islas Aleutianas de Alaska, uniéndose a la costa del Pacífico cerca de las islas de la Reina Carlota. Desde aquí, la ruta migratoria se extiende al sur, a través de las provincias canadienses de Columbia Británica y el Territorio del Yukón, a lo largo de la Cordillera del Pacífico. Rodeado por las montañas rocosas al este, la ruta migratoria continúa a lo largo de los EE.UU. a México y América Central.

Así como las aves acuáticas, un gran número de aves terrestres migratorias viajan a lo largo de esta sección. Algunos Colibrís como *Selasphorus rufus*, por ejemplo, lleva a cabo un viaje de 19.000 kilometros anuales de ida y vuelta a lo largo de la ruta migratoria desde Alaska hasta México Central. Para muchos migrantes, como la *Dendroica townsendi, Chaetura vauxi y Empidonax hammondii* México y Centroamérica representan el término de su viaje.

Otros, sin embargo, continúan en América del Sur. Por ejemplo, *Contopus cooperi* (NT), que tiene la más larga ruta de migración de cualquier tiránidos de América del Norte, migra hasta el final de los bosques boreales de Alaska hasta el invierno en las estribaciones de los Andes al sur hasta Bolivia.

Aunque se sabe muy poco acerca de los sistemas de migración de las aves de América del Sur, parece que el continente es el hogar de numerosos migrantes australes. Por ejemplo, la sección Sudamericana de la ruta migratoria es el hogar de varias especies de tirano que migran hacia el norte desde la Patagonia en la época de crianza. Estos incluyen *Muscisaxicola capistratus,* que migra de la Tierra del Fuego para pasar el invierno austral (abril-octubre) en el Perú.

Amenazas a lo largo de la ruta migratoria

Por desgracia, muchas de las aves migratorias del mundo están en declive. Muchas características de los migrantes hacerlas especialmente vulnerables a una variedad de amenazas. La realización de este tipo de movimientos dramáticos empuja las aves hasta el límite de su resistencia. Ellos dependen de las condiciones climáticas favorables y debe

encontrar los recursos alimentarios suficientes en múltiples sitios a lo largo de su viaje migratorio. Varias especies que utilizan la ruta del Pacífico Américas ahora se muestran como "Casi amenazada" en la lista UICN. Estos incluyen el *Pelecanus peruana, Sterna elegans y Contopus cooperi.*

A lo largo de la ruta migratoria, los hábitats importantes para los migrantes se encuentran amenazados por la infraestructura y desarrollo de la vivienda, el desarrollo de energía (por ejemplo, la minería o la extracción de combustibles fósiles), tropical la deforestación y la expansión e intensificación de la agricultura. Históricamente, la caza era una amenaza importante para las aves migratorias a lo largo de la ruta migratoria, como el testimonio de la desaparición de *Ectopistes migratorius*. Hubo un tiempo en que la especie probablemente fue la más numerosa del planeta. Bandadas migratorias enormes que contienen muchos millones de aves se extenderían a través del cielo por cientos de millas. Estimaciones sugieren que al menos cuatro millones de aves han muerto en los EE.UU. cada año por colisiones con torres de telefonía móvil. En Wisconsin, una sola torre de radio ha causado al menos 120.000 muertes de aves desde que fue construido, y hay al menos 100.000 grandes torres de este tipo en los EE.UU. solamente. Las aves acuáticas migratorias son particularmente propensas a brotes periódicos de enfermedades infecciosas en los lugares donde se congregan. La fuente más importante de mortalidad en masa es el botulismo, causado por una neurotoxina botulínica *Clostridium*. En algunos años, las pérdidas por botulismo pueden ser considerables. Por ejemplo, 4-5 millones de muertes de aves acuáticas se atribuyeron al botulismo en el oeste Estados Unidos en 1952, mientras que en 1996 un brote en California mató a casi el 15% de la población occidental de pelícanos blancos americanos (*Pelecanus erythrorhynchos*). Recientemente, el papel de las aves migratorias en la propagación de la influenza aviar de alta patogenicidad ("gripe aviar") ha recibido una considerable atención. Sin embargo, todo indica que el papel de las aves migratorias infectadas en la difusión de la enfermedad es muy menor. Mucho más grave es el comercio de aves de corral y productos avícolas, el comercio de pájaros enjaulados y los movimientos humanos.

En el rostro de una gama tan diversa de amenazas, la conservación de las aves migratorias depende de la colaboración internacional y una respuesta coordinada a lo largo de las vías migratorias enteras. La clave para ello es la identificación y gestión de una red de coherencia de los sitios críticos para los migrantes.



Figura IV.18. Principales rutas migratorias en América.

Nota de relevancia para la conservación y amenazas hacia los hábitats y la fauna. Uno de los efectos de las características fisiográficas y ambientales peculiares de Querétaro, es por supuesto, su biodiversidad la cual que presentan un gran número de endemismos, especialmente a nivel subespecífico. A pesar de la protección proporcionada por las áreas naturales protegidas y la NOM-059 la fauna de esta región aún enfrenta presiones considerables. Históricamente, la sierra de Querétaro ampliamente habitada por pobladores rurales, pero su creciente popularidad como destino turístico ha impulsado el desarrollo de paisajes naturales prístinos, en particular a lo largo de las zonas de sierra. El gobierno federal también considera esta región como una región potencial para la extracción de recursos, lo cual está causando una creciente transformación en el uso de suelo y su respectiva infraestructura para apoyar el crecimiento económico y social dentro de los sitios prioritarios para la biodiversidad (Myers et al. 2001). El Desarrollo de áreas prístinas, incluyendo grandes proyectos como la construcción de infraestructura de

electricidad, y transporte. El continúo desarrollo y mejora de vías de transporte conduce a un aumento en la mortalidad de la fauna debido al tráfico vehicular.

En particular, estas características naturales de la zona, así como las contribuciones científicas recientes sobre la biodiversidad de la región han incrementado el número de taxones reportados, constituyendo así a Querétaro, como una zona geográfica de gran relevancia para la conservación. Actividades y condiciones como la destrucción y fragmentación de hábitat, e incluso el diseño y construcción de caminos sin medidas para evitar el atropello accidental, así como la proliferación de fauna feral e invasora derivada de nuevos y más densos y extensos asentamientos humanos, constituyen elementos antropogénicos crecientes en la zona que suman riesgos para la estabilidad de la fauna en la zona. Así, se contempla necesario e imprescindible integrar medidas preventivas, correctivas, mitigantes, compensatorias y restrictivas al proyecto para garantizar una visión sustentable del mismo.

IV.2.2.3. Medio socioeconómico

El medio socioeconómico, por definición, es el sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general de las comunidades humanas o de la población de un área determinada (Conesa, 1993) que es impactado, entre otras cosas, por actividades industriales generadoras de cambios en el medio.

Además, el desarrollo de un proyecto industrial conlleva la inherente existencia del entorno, es decir, el conjunto de elementos que no pertenecen al sistema considerado pero que son capaces de afectarle y de ser afectados por éste. Por esta razón conocer el medio socioeconómico implica describir el entorno que envuelve un proyecto.

En este sentido y de acuerdo con (Conesa, 1993) el entorno de una actividad puede definirse como el ambiente que interacciona con aquello en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio) y de salidas (productos, empleo, rentas, residuos) y por lo tanto en cuanto a provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de impactos, por esta razón, establecer un proyecto cercano a núcleos poblacionales remarca lo importante que es realizar un estudio de la situación actual del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población.

El objetivo de incluir el análisis de este componente como parte del DTU, radica en que el sistema ambiental donde se pretende realizar el proyecto será modificado por la nueva infraestructura, por ello es importante considerar que el medio físico y social se encuentran estrechamente vinculados, de manera que la dimensión social se comporta como un sistema receptor de las alteraciones positivas o negativas producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en este mismo medio.

Con base en lo anterior y dada la demanda de energía creciente en el área de centro del país, el Programa de Requerimientos de Capacidad de la Comisión Federal de Electricidad contempla la instalación del Proyecto de interés en el municipio de El Marqués. Un componente fundamental para el desarrollo regional es la transmisión de energía eléctrica, sin este servicio existe una fuerte limitante para desarrollar obras o actividades proyectadas para la industria, comunicación, educación, salud, asentamientos humanos, desarrollo turístico y actividades productivas.

En este documento se presentan los elementos que configuran el medio social en un sentido amplio, incidiendo y profundizando en aquellos que puedan definir las

características particulares en el ambiente que se afectará de acuerdo al entorno que prevalece en los alrededores del proyecto.

Considerando el tipo y las características del Proyecto se definió el entorno envolvente a éste, para efectos del presente estudio, se definió como Sistema Ambiental Regional (SAR) y para el cual en lo subsecuente se presenta una descripción detallada de los aspectos socioeconómicos más relevantes.

La información que se presenta está basada en los principales indicadores del Censo de Población y Vivienda 2020 (Censo 2020), así como el Anuario Estadístico del Estado de Querétaro (Edición 2020), elaborados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), correspondiente al municipio de El Marqués. Además, de la página de Internet del Gobierno del Estado de Querétaro (www.queretaro.gob.mx), del Consejo Nacional de Población (CONAPO, www.conapo.gob.mx), de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI, www.conasami.gob.mx) y de la Enciclopedia de los Municipios de México (www.e-local.gob.mx).

Para lograr una descripción del medio socioeconómico, el cual se encuentra sometido a variaciones temporales, imprevistas o cíclicas que en algunas ocasiones se producen de manera visible, es importante considerar para la delimitación del área el lugar hasta donde tienen alcance las obras del proyecto, así mismo la región en donde interactúen con el medio los agentes en cualquiera de las etapas del proyecto. Por ejemplo, la actividad empresarial (agrícola, ganadera, etc.) recibe del entorno recursos y los transforma en productos, generando unos residuos que devuelve al medio. También genera empleo y simultáneamente es motor de desarrollo. Este desarrollo permite el incremento de la calidad de vida, del ingreso, del bienestar social y por tanto, la mejora de las condiciones del entorno.

Con el propósito de describir los aspectos sociales y económicos se realizaron las actividades de: *a)* Fase de Gabinete, la cual incluyó la consulta y recopilación bibliográfica de fuentes oficiales, y *b)* Fase de Campo, que consistió en la realización de recorridos de verificación, entrevistas y colecta de evidencias fotográficas.

A continuación, se describen los factores que configuran el medio social del municipio en los que se distribuye el Proyecto.

La fuente de la información presentada es según el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) dependiente de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), basados en el Censo de Población y Vivienda 2015, Conteo de Población y Vivienda 2015 y el Censo General de Población y Vivienda 2020 del INEGI, Perspectiva y estadística del estado de Querétaro, INEGI.

Territorio

El Marqués es uno de los 18 municipios del estado mexicano de Querétaro, El Marqués se encuentra al oeste del estado, colinda al norte con el municipio de Querétaro, el estado de Guanajuato y el municipio de Colón; al este con el municipio de Colón; al sur con los municipios de Colón, Pedro Escobedo, Huimilpan y Querétaro; al oeste con el municipio de Querétaro y ocupa el 6.39% de la superficie del estado.

En 2020, la densidad poblacional del municipio El Marqués fue de 309.9 habitantes y con un tamaño promedio de 3.4 habitantes por viviendas habitadas.

Población. Es la relación entre el total de viviendas urbanas estimadas a partir de la población 2020 (CONAPO, 2020) y la clasificación de suelo urbano continuo 2015 (INFONAVIT, SEDATU, ONU HABITAT, 2016, México. Índice Básico de las Ciudades Prósperas).

Tabla IV.150. Datos generales de los municipios en los que se distribuye el proyecto.

Índice	El Marqués
Superficie	747.6 km²
Densidad de población	309.9 Habitantes/km²
Ubicación en la entidad	Oeste
Tipo de urbanización	No urbano

Población

De acuerdo con el Censo de Población 2020, El Marqués cuenta con 231,668 habitantes de los cuales 50.2 % son mujeres y el 49.8 % son hombres. Los habitantes de El Marqués representan el 9.8 % de la población total de Querétaro en el 2020.

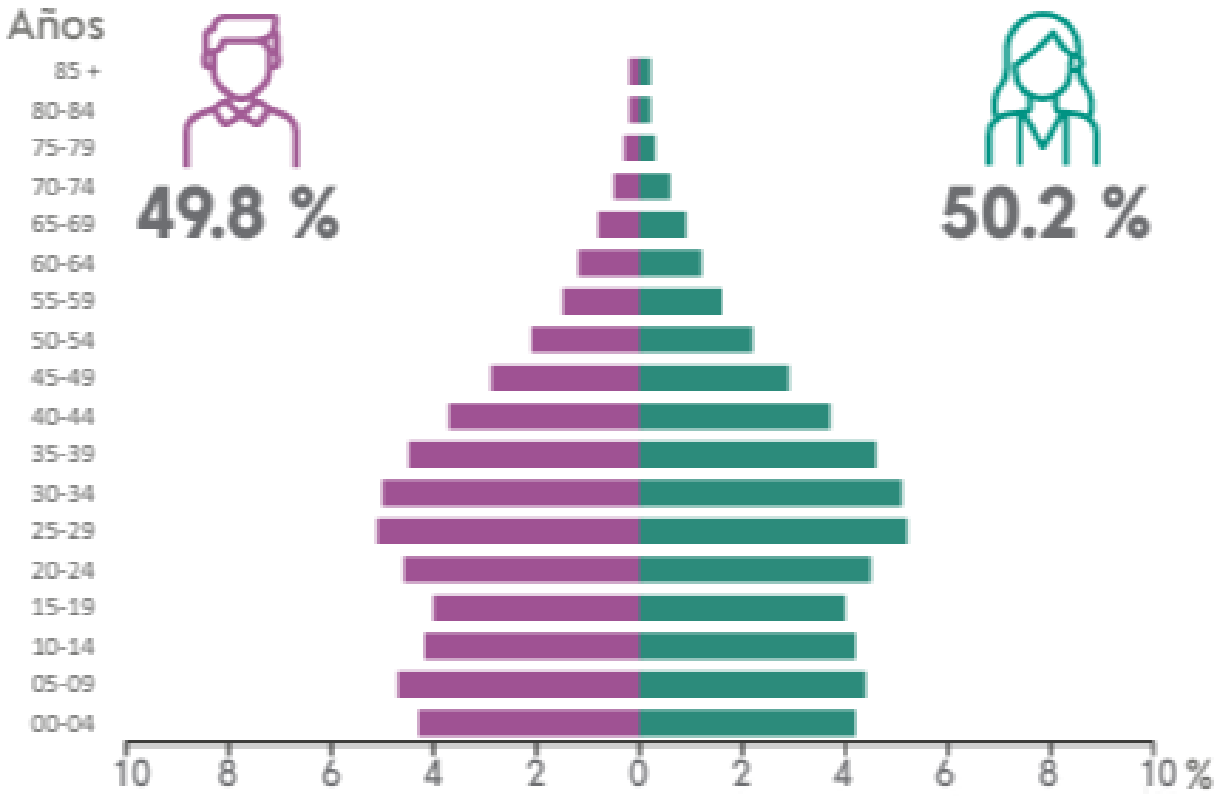


Gráfico IV.78. Pirámide poblacional El Marqués. FUENTE: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla IV.151. Grupos quinquenales de edad según sexo, 2020.

El Marqués			
Edades	**Mujeres**	**Hombres**	**Total**
Menos de 12 años	23888	24848	48736
12 a 17 años	10962	11064	22026
18 a 24 años	14377	14609	28986
25 a 29 años	12058	11804	23862
30 a 34 años	11760	11559	23319
35 a 39 años	10738	10450	21188
40 a 44 años	8670	8649	17319
45 a 49 años	6704	6823	13527

El Marqués			
50 a 54 años	5015	4828	9843
55 a 59 años	3763	3550	7313
60 a 64 años	2870	2683	5553
65 años o más	5218	4455	9673
Edad desconocida	162	161	323
Total	116185	115483	231668

FUENTE: Censo de Población INEGI, 2020.

Tabla IV.152. Indicadores demográficos, 2020

Índice	Nacional	Estatal	Municipal
			El Marqués
Índice de masculinidad	95.20	95.48	99.39
Razón de dependencia económica	50.30	45.9	43.2

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla IV.153. Población hablante de lengua indígena, 2020

Índice		Nacional	Estatal	Municipal
				El Marqués
Población hablante de lengua indígena	5 años y más	7,812,869	31,086	1,651
Porcentaje de población hablante de lengua indígena	5 años y más	6.2	1.31	0.71

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

Tabla IV.154. Indicadores de migración, 2020

Indicadores de migración, 2020	
Índice	**El Marqués**
Porcentaje de población inmigrante (migración reciente)	20.0
Porcentaje de la población migrante internacional destino otro país	34.3
Porcentaje de la población migrante internacional destino Estados Unidos de América	54.6
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020	

Educación

En el municipio de El Marqués asisten a la escuela 57,338 personas de 5 años y más. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 10.6 años y, de este rango de edad, el 96.6% son alfabetas.

Tabla IV.155. Población según condición de asistencia escolar por grupos de edad, 2020.

Índice	Municipio	
	El Marqués	
	2015	2020
Población de 3 años y más que no especificó si asiste o no (Porcentaje) [1]		0.09
Población de 3 años y más que no asiste a la escuela (Porcentaje) [1]		72.09
Población de 3 años y más que asiste a la escuela (Porcentaje) [1]		27.82
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela (Porcentaje) [2]	59.22	62.43
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela (Porcentaje) [2]	98.44	96.13

Índice	Municipio	
	El Marqués	
	2015	2020
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela (Porcentaje) [2]	92.90	90.67
Población de 15 a 24 años que asiste a la escuela (Porcentaje) [2]	27.33	37.62
Fuentes: Encuesta Intercensal [1] Censos y Conteos de Población y Vivienda 2020 [2]		

En El Marqués, el porcentaje de la población de 3 años y más que asiste a la escuela es del 27.82 %. Acumulando un porcentaje de 72.09 % de la población de 3 años y más que no asiste a la escuela.

Entre los ciclos escolares 2015/16 y 2016/17, entre los mismos ciclos escolares, la población estudiantil inscrita en el municipio El Marqués representa el 2.55 % de la población estatal y ocupa 5.53 % del personal docente de Querétaro. En ese mismo ciclo, 17.67 % del alumnado de El Marqués cursa el preescolar; 51.92 % la primaria; 20.12 %la secundaria; 8.63 % el bachillerato general y 1.66 % el bachillerato tecnológico y niveles equivalentes. El número de alumnos es mayor al de alumnas en todos los niveles, excepto el nivel bachillerato general, el número de alumnas supera al de alumnos. Respecto a la composición por sexo del personal docente, 28.45 % son hombres y 71.55% mujeres.

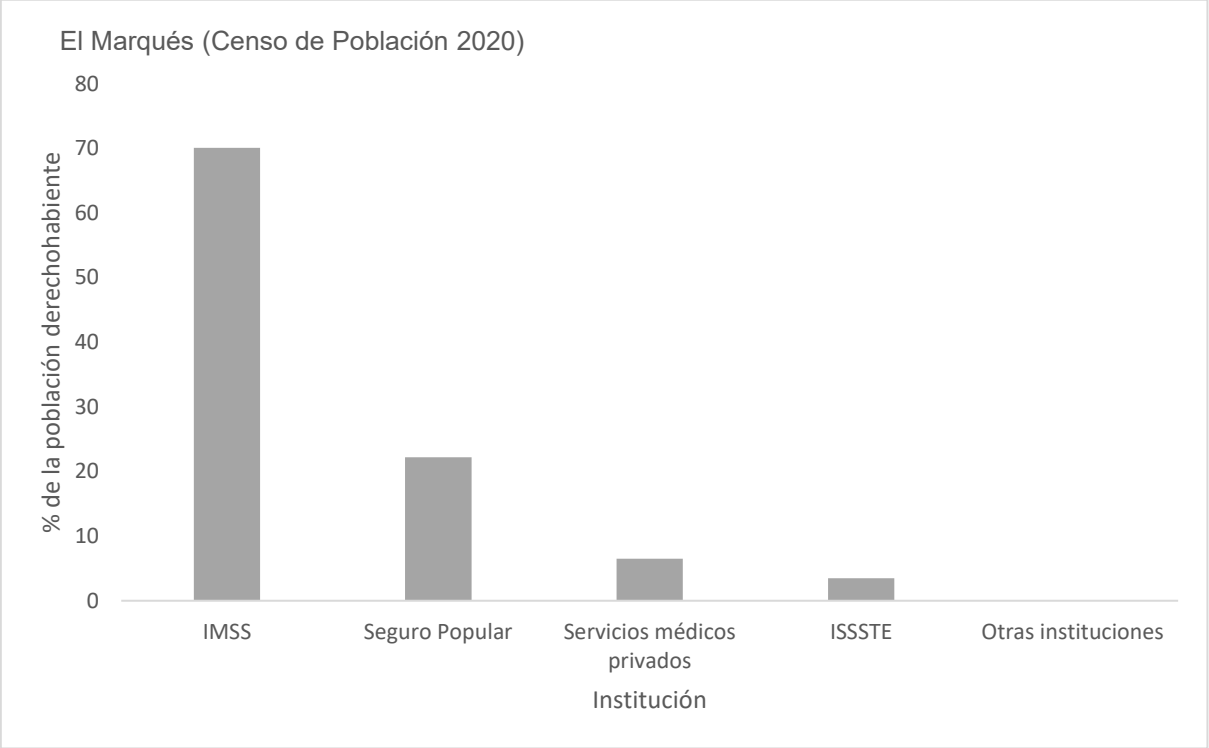
Tabla IV.156. Alumnos inscritos y personal docente

Entidad federativa/Municipio	Alumnos inscritos			Personal docente a/		
Nivel	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Estado	538,879	271,167	267,712	22,885	6,937	15,948
Preescolar	86,777	44,061	42,716	4,033	95	3,938
Primaria	249,687	127,476	122,211	8,390	2,096	6,294
Secundaria	122,316	60,959	61,357	5,716	2,451	3,265
Bachillerato general	58,296	26,419	29,877	3,535	1,694	1,841
Bachillerato tecnológico y niveles equivalentes	600	406	194	44	28	16
El Marqués	36,203	18,302	17,901	1,269	361	908
Preescolar	6,397	3,237	3,160	219	1	218
Primaria	18,797	9,523	9,274	577	129	448
Secundaria	7,283	3,649	3,634	275	120	155
Bachillerato general	3,126	1,487	1,639	154	83	71
Bachillerato tecnológico y niveles equivalentes	600	406	194	44	28	16

Fuente: Obtenido del Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Querétaro 2020.

Salud

De acuerdo con las últimas cifras del Censo de Población 2020, en El Marqués 7.9 de cada diez habitantes están afiliadas a algún servicio de salud pública o privada. Su población derechohabiente está afiliada principalmente al IMSS (70.1%), Seguro Popular (22.2%), Instituciones de servicios médicos privados (6.5%), ISSSTE (3.5%), y el resto a otras instituciones.



Grafica IV.79. Población (%) El Marqués según derechohabiente a servicios de salud, 2020.

Tabla IV.157. Unidades médicas en servicio de las instituciones del sector público de salud por nivel de operación al 31 de diciembre de 2016.

Municipio/Entidad federativa Nivel	Total	IMSS	ISSSTE	SEDENA	IMSS-PROSPERA	SSA a/	DIF b/	UAQ
Querétaro	255 c/	24	13	ND	5	203	7	3
De consulta externa	245	21	12	ND	5	198	7	2
De hospitalización general	10	3	1	ND	0	5	0	1
De hospitalización especializada	0	0	0	ND	0	0	0	0
El Marqués	15	1	0	ND	0	13	1	0
De consulta externa	15	1	0	ND	0	13	1	0

Municipio/Entidad federativa Nivel	Total	IMSS	ISSSTE	SEDENA	IMSS-PROSPERA	SSA a/	DIF b/	UAQ
De hospitalización general	0	0	0	ND	0	0	0	0
De hospitalización especializada	0	0	0	ND	0	0	0	0

Las 15 que hay en el municipio de El Marqués representan el 5.9%. Entre éstas, únicamente proveen servicios de consulta externa.

Las unidades médicas de consulta externa pertenecen mayoritariamente a la SSA (22 unidades), mientras que, al IMSS y al ISSSTE, pertenece una unidad de consulta externa respectivamente en Colón y en el Marqués, una unidad al IMSS y otra al DIF.

Tabla IV.158. Porcentaje de hijos fallecidos por municipio

Índice	Municipal El Marqués
Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años	3.4 %
INEGI, Censo de Población y Vivienda (2020).	

Tabla IV.159. Fecundidad

Índice	Nacional	Estatal	Municipal El Marqués
Promedio de hijos nacidos vivos 2020	2.2	2.3	2.5
Fuente: Cálculos propios a partir de INEGI. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.			

Tabla IV.160. Principales causas de muerte Querétaro, la entidad federativa de residencia habitual del fallecido y sexo

Índice	Total	Sexo		
		Hombre	Mujer	Sexo no específico
Enfermedades del corazón	2,679	1,480	1,199	
COVID-19	2,659	1,717	942	
Diabetes mellitus	1,885	1,032	853	
Tumores malignos	1,464	715	749	
Enfermedades del hígado	772	598	333	
Otras	5,655	3,314	2,180	2
Total	15,114	8,856	6,256	2

Fuente: INEGI. Base de datos sobre defunciones 2020.

Vivienda

En El Marqués hay un total de 67,957 viviendas habitadas y representan el 10.2%.

Tabla IV.161. Viviendas particulares habitadas según tenencia, 2015

Índice	Estatal	El Marqués
Viviendas particulares habitadas y ocupantes promedio		
Total de viviendas habitadas	668,771	67,957
Ocupantes	3.5	3.4
Viviendas particulares habitadas según tenencia (distribución porcentual)		
Propia	68.4	68.8
Alquilada	17.1	18.6
Prestada	10	9.7
Otra situación	0.9	0.9
No específico	0.6	0.6

Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

Tabla IV.162. Carencia de calidad y espacios de la vivienda 2015 y 2020

Índice	Estatal	Municipal
		El Marqués
Viviendas particulares habitadas [1]	633,396	62,779
Porcentaje de viviendas con piso de tierra [1]	1.9	2.5
Porcentaje de viviendas con paredes de materiales resistentes [1]	97.5	
Porcentaje de viviendas con techos de materiales resistentes [1]	91.8	92.6
Porcentaje de viviendas particulares habitadas con techos precarios [2]	0.2	0.1

Índice	Estatal	Municipal
		El Marqués
Porcentaje de viviendas particulares habitadas con paredes precarios [2]	0.3	0.3

Fuente:[1] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.
[2] INEGI. Encuesta intercesal 2015.

Tabla IV.163. Acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas 2020

Índice	Estatal	El Marqués
Viviendas que disponen de energía eléctrica	661,924	67,544
Viviendas con drenaje	648,556	66,942
Viviendas con excusado o sanitario	652,696	67,257
Porcentaje de viviendas con agua entubada	96.7	94.5
Porcentaje de viviendas con electricidad	99.2	99.5
Porcentaje de viviendas con drenaje	97.1	98.6
Porcentaje de viviendas con excusado	97.8	99.1

Fuente:[1] Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Economía y Empleo

En relación con el empleo y ocupación, el municipio El Marqués tiene un porcentaje de población de 12 años y más económicamente activa del 69.4 % del cual 41.6% es representado por la población femenina y el 58.4 % por la población masculina.

Tabla IV.164. Población de 12 años y más según condición de actividad económica, 2020.

Total [2]		Población Económicamente Activa (PEA)			Población no Económicamente Activa	No especificada
		Total	Ocupada	Desocupada		
Absolutos						
Estatal	2,368,467	1,183,766	1,149,258	34,508	815,381	5,710
Relativos (%)						
Estatal	100	65	98.2		34.7	0.2
El Marqués	100	69.4	98.4		30.4	0.2

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010|

Tabla IV.165. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad, 2008.

		El Marqués
Primario	11 Pesca y acuicultura	12
Secundario	21 Minería	158
	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	25
	23 Construcción	90
	31-33 Industrias manufactureras	20,966
Terciario	43-46 Comercio al por mayor y al por menor	3,516
	48-49 Transportes, correos y almacenamientos	1,598

		El Marqués
	52 Servicios financieros y de seguros	12
	51,53,54,55,56,61,62,71,72 y 81 [1]	2,128

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. Microdatos de la muestra
[1] 51 Información en medios masivos, 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos, 55 Dirección de corporativos y empresas 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, 61 Servicios educativos, 62 Servicios de salud y de asistencia, 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, 81 Otros servicios excepto actividades de gobierno.

Las unidades económicas del municipio se dedican principalmente a actividades vinculadas a las actividades secundarias: siendo la principal la de industrias manufactureras.

En cuanto a la agricultura, se encuentran registrados en el municipio El Marqués los productores beneficiados por el PROCAMPO fueron de 1,677, el municipio no tiene producción forestal maderable.

Del total de la superficie del entorno municipal de El Marqués, que comprende aproximadamente 78,771 hectáreas, el 96.96% se dedica a actividades agrícolas y ganaderas principalmente. Cabe referir, que el municipio de El Marqués está considerado como el de mayor potencial productivo en materia de agricultura y ganadería comparativamente con otros municipios del estado.

En el Marqués hay 828 unidades económicas de este sector registradas con un total de remuneraciones de 94.900 (millones de pesos).

En El Marqués se contabilizaron 1,570 unidades económicas con un total de remuneraciones de 2,172.552 (millones de pesos) y una producción bruta total de 33,606.941 (millones de pesos).

Del sector de industrias manufactureras que fue en el que más población se ocupa. En El Marqués, hay 286 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 1,771.199 (millones de pesos) y una producción bruta

Respecto a la minería, El Marqués cuenta con 41 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 4.066 (millones de pesos) y una producción bruta total de 25.691 (millones de pesos).

Los servicios privados no financieros en El Marqués el total de remuneraciones de este sector es de 85.191 (millones de pesos) y una producción bruta total de 498.063 (millones de pesos).

Por último, el sector de transportes registró en El Marqués se registraron 22 unidades económicas, un total de remuneraciones de 206.729 (millones de pesos) y una producción bruta total de 1,128.931 (millones de pesos). Registrando 56,527 vehículos de motor en el municipio.

Rezago Social

De acuerdo con información del del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), Colón tiene más de 40 mil personas en situación de pobreza, de las cuales 7,296 están en situación de pobreza extrema (CONEVAL, 2020), es decir, alrededor del 10 % de la población total; lo que, si bien está por debajo de la media nacional, no deja de ser importante. De acuerdo con los datos de la Medición de Pobreza Municipal 2020, del CONEVAL la situación sobre los tipos de pobreza existentes en el municipio de El Marqués requiere que se les dé una atención prioritaria.

En el 2020 el municipio presentó el 34 % de su población en condiciones de pobreza (pobreza, pobreza extrema y pobreza moderada), en términos de cantidad de personas fueron 70,811 (en el 2010 fue el 48.7 %, que correspondía a 57,319 personas, en 2015 fue el 29.8 %, que representó 47,710 personas).

Tabla IV.166. Medición de la pobreza municipio de El Marqués, 2020

Índice	Personas	% El Marqués
Población en situación de pobreza	70,811	34
Pobreza extrema	5,619	2.7
Pobreza moderada	65,192	31.3
Ingreso inferior a la línea de la pobreza por ingresos	65,190	44.8
Ingreso inferior a la línea de la pobreza extrema por ingresos	25,624	12.3

Fuente: CONEVAL. Medición de la pobreza, 2020. Indicadores de pobreza por municipio. Estimaciones con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda. 2010. En: http://web.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medición/Anexo-estadístico-municipal-2010.aspx

Grado de marginación e índice de desarrollo humano

Tabla IV.167. Distribución porcentual de la población por características seleccionadas

Indicador	%
	El Marqués
Población analfabeta de 15 años o más	3.1
Población sin escolaridad de 15 años o más	3.5
Población con escolaridad básica de 15 años y más	46.6

Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda (2020).

Tabla IV.168. Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas.

Ocupantes en Viviendas	%
	El Marqués
Sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	1.1
Sin energía eléctrica	0.49
Sin agua entubada	5.79
Con algún nivel de hacinamiento	32.08
Con piso de tierra	1.86

Nota: (*)CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.
Los datos mostrados corresponden a la información más publicadas por CONAPO.
Fuente: CONAPO.

Tabla IV.169. Indicadores de Marginación.

Índice	El Marqués
Índice de marginación	-1.051
Grado de marginación	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto estatal	15
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2094

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAPO (2006). Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020.

En el 2020, con base en el Informe de Desarrollo Humano Municipal, el índice de Desarrollo Humano (IDH) promedio de los municipios de Querétaro es igual a 0.781, clasificado como alto, y es el décimo segundo del país. En el estado, el promedio municipal del Índice de Salud es el más alto (0.899), le siguen Ingreso (0.796) y Educación (0.666). Siendo la mayor brecha la educativa. El municipio de El Marqués ascendió de categoría de desarrollo humano con respecto al 2020, de Medio a Alto.

Actividad Deportiva

Colón es un municipio equipado con 204 centros y unidades deportivas para que la ciudadanía pueda ejercitarse, particularmente, canchas de basquetbol (33), campos y canchas de fútbol (48), 122 canchas de usos múltiples y una cancha de voleibol. Las canchas de basquetbol y canchas de futbol representan 4.58% y 5.83%, respectivamente.

El municipio de El Marqués está equipado con un total de 350 centros y unidades deportivas para que sus habitantes puedan ejercitarse, de los cuales dos son albercas, un campo de beisbol, 82 campos y canchas de futbol, 47 canchas de basquetbol, una cancha de frontón, 203 canchas de usos múltiples, 7 canchas de voleibol, y otras 7 pistas de atletismo y trotapistas.

Tabla IV.170. Áreas o espacios deportivos seleccionados y registrados en el Instituto del Deporte y la Recreación del Estado de Querétaro, al 31 de diciembre de 2020.

	Albercas	Campos de beisbol	Campos y canchs de futbol	Canchas de basquetbol	Canchas de fronton	Canchas de tenis	Canchas de usos múltiples a/	Canchas de voleibol	Pistas de atletismo y trotapistas
Querétaro	26	28	824	721	14	70	1,855	132	48
El Marqués	2	1	82	47	1	0	203	7	7

Turismo

El municipio forma parte de la ruta del Arte, Queso y Vino.

En El Marqués se localiza el zoológico Wamerú, con más de 1800 especies, algunas de ellas en peligro de extinción, este recinto abrió al público en 1995 con el objetivo de preservar la fauna y concientizar sobre la protección de especies.

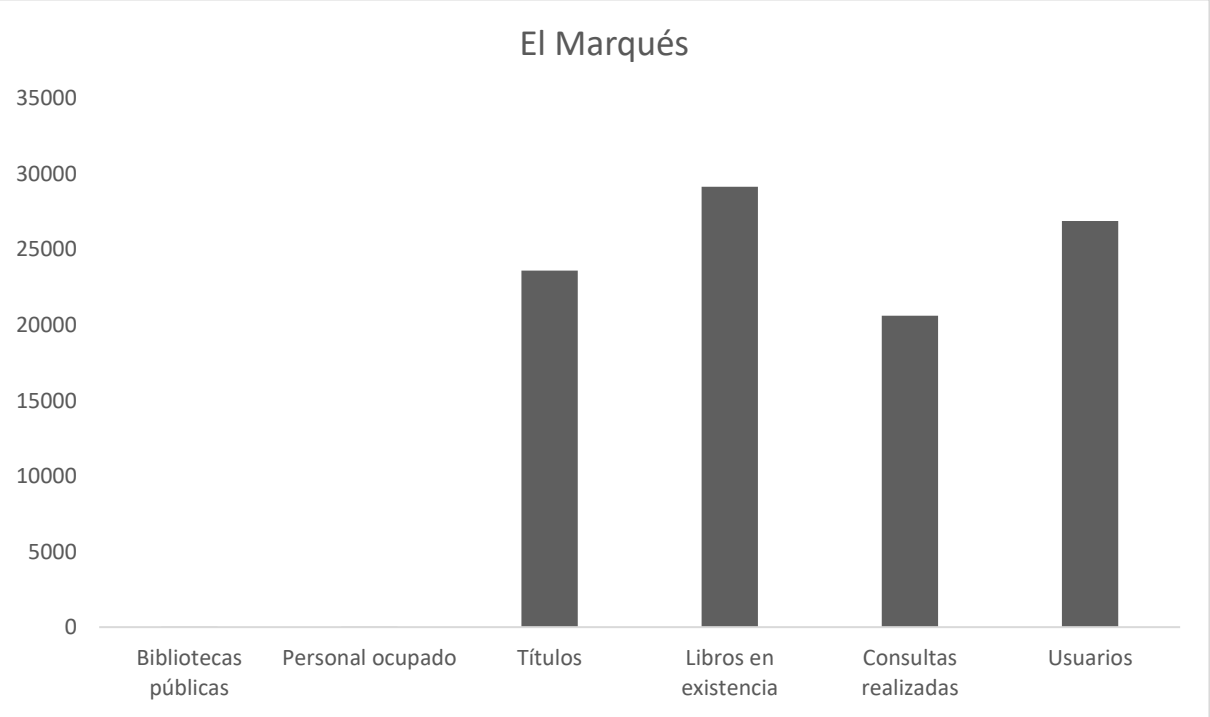
El Municipio forma parte de la Ruta del Queso y del Vino, de la ruta Otomí-Chichimeca con las capillas oratorio, y de la Ruta de las Haciendas.

El Marqués cuenta con el Bio-Museo en la Casa de la Cultura de la Cañada, con salas zoológicas, botánicas, de antropología e historia. El Autódromo de Querétaro se encuentra cerca de Saldarriaga, con carreras locales y nacionales de autos y motos. El Ecocentro Expositor, cerca de Miranda, contiene diversas exposiciones a lo largo del año y la Feria de Querétaro cada diciembre.

La localidad de Presa del Carmen está situada en el Municipio de El Marqués. Tiene 178 habitantes. Y Presa del Carme está a 2060 metros de altitud.

Bibliotecas Públicas

El Marqués cuenta con tres bibliotecas públicas que representan 4.5 % de las bibliotecas del estado. Las bibliotecas públicas del municipio prestaron servicio a 26,889 usuarios a lo largo del mismo año, 2020.



Grafica IV.80. Bibliotecas públicas, personal ocupado, consultas realizadas y usuarios en El Marqués.

Tabla IV.171. Bibliotecas públicas, personal ocupado, consultas realizadas y usuarios

	Bibliotecas públicas	Personal ocupado	Títulos	Libros en existencia	Consultas realizadas	Usuarios
Querétaro	63	148	301,767	420,801	601,326	604,033
El Marqués	3	16	23,593	29,149	20,617	26,889

Tabla IV.172. Bibliotecas DGB en El Marqués, Querétaro

El Marqués
Biblioteca pública Venustiano Carranza
Biblioteca Pública Emiliano Zapata
Biblioteca Pública Paula de Allende
Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC) México. Bibliotecas DGB en Colón, Querétaro: 2. Obtenido de: https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=biblioteca&estado_id=22&municipio_id=5

Monumentos históricos arquitectónicos

El Marqués cuenta con la Iglesia Chiquita de La Cañada, construida por Conín en 1529; fue la primera que se levantó en el estado de Querétaro. Pan Dulce, monumento del siglo XVIII, edificado en conmemoración del pacto de paz y combate simbólico entre los españoles y los otomíes al consumarse la conquista del lugar. La Presa del Diablo, La Cruz del antiguo Panteón, La Piana de Tezontle, La Cruz Alta del Arenal, La Cruz de Conín y la Cruz Atrial.

Pintura

Las más bellas se encuentran en el Santuario de Soriano, en lienzo "La Oración del Huerto" y "La Sepultura de Cristo", obras de Rosario Balvanera realizadas en 1912.

En Santo Domingo existe una pintura mural con escenas de historia local; un mural en la capilla del Camposanto de Soriano y una más en el zaguán de la casa del Ayuntamiento.

Fiestas populares

El Marqués

En el mes de abril, la Semana Santa, representación de la Pasión de Cristo, denominada Los Tribunales; el 29 de mayo fiesta del Patrón del municipio San Pedro Apóstol; 12 de diciembre, conmemoración de la Virgen de Guadalupe. Estas fiestas se acompañan de adornos florales, velaciones y cantos de alabanza; paseo de las Estrellas y Gallo, con actuación de danzantes.

La Cañada es conocida por sus barrios tradicionales y las festividades tan coloridas que los identifican. Una de ellas es la Fiesta del Gallo a partir del 8 de diciembre de cada año, donde se elaboran gallos hechos de papel china, cartón, carrizo y otros materiales, para un buen inicio de la temporada navideña.

Alimentos

En el municipio de El Marqués la gastronomía destaca por su atole, tamales, enchiladas, mole, buñuelos, nieve de frutas, mantecadas y charamuscas.

Dulces

Jamoncillos de leche, charamuscas, ate de membrillo y manzana, pinole y burros de maíz prieto, dulce de biznaga y de chilacayote, frutas cristalizadas, calabazate, dulce de gumichixí y tamarindos.

Bebidas

Atole de maíz y de leche, aguas frescas de limón, gumichixí, pitahaya blanca, jugo de tuna, pulque de aguamiel de maguey, mixtelas de sabores, atole de teja, licor de tuna y de granada. Municipios dentro de la ruta de vinos y gastronomía de Querétaro.

Artesanías

En El Marqués destacan trabajos diversos en cantea. La industria artesanal, ubicada principalmente en la zona de Los Socavones, es una fuente de ingresos muy importante para la población rural y urbana. En la comunidad de San Vicente Ferrer se desarrolla la talabartería, que es el arte de trabajar con piel. En cuanto a artesanías tradicionales, también destacan sus textiles en lana como sarapes, cobijas y tapetes elaborados en telares caseros; así como piedras de molino para nixtamal, molcajetes y metales.

Objetivo estratégico del Plan Municipal de Desarrollo

El Marqués

Combatir la pobreza (moderada y extrema) en el municipio y mejorar la calidad de vida de la población, en particular de los sectores vulnerables. Garantizar el derecho humano a la seguridad en el municipio El Marqués para aumentar la confianza de la ciudadanía en su policía municipal; proporcionar a las instituciones los elementos necesarios para prevenir riesgos y, en su caso, responder de la mejor manera posible a los peligros naturales o fenómenos antropogénicos. Promover e impulsar el desarrollo sostenible del municipio que cuide, proteja y mejore el entorno y propicie una mejor calidad de vida a la población; promover y apoyar la atención a la problemática del transporte público y particular en el municipio; ampliar la cobertura y mejorar la calidad en la prestación de los servicios públicos que proporciona el municipio a la población. Contribuir a la mejora de las condiciones de la calidad de vida de la población rural, así como los niveles de calidad y productividad en las actividades de los pequeños y medianos productores; mejorar los tramites y servicios que proporciona el municipio de manera que estimulen la productividad, competencia, eficiencia, menores costos posibles, así como los tiempos de atención; incrementar la oferta turística local; apoyar la consolidación y fortalecimiento de

las MiPYMES en el municipio. Enfocar de forma eficiente la gestión municipal a la atención de las necesidades prioritarias de la población del municipio; proporcionar una atención cercana, sensible y con calidad a la población; rendir cuentas con el uso de recursos públicos; combatir la corrupción e impunidad en la gestión municipal.

Visión

El Marqués

La visión de la administración municipal es que, a su término, la evaluación del desempeño del gobierno de El Marqués sea que se cumplieron los objetivos y compromisos que se ofrecieron a la ciudadanía en el proyecto de gobierno. Es decir, que la administración municipal 2021-2024 fue un gobierno que cumplió lo ofrecido a la ciudadanía.

Estrategia transversal

El Marqués

El proyecto de gobierno se integra con cinco Retos de Desarrollo Municipal, los cuales se estructuran en 33 Programas de Gobierno, y estos programas, a su vez, comprenden 208 líneas de acción. N estas líneas de acción se registra el conjunto de 660 compromisos que se plantean cumplir en la presente administración. En cada uno de dichos compromisos se encuentra debidamente señalado el año en el que se programa su cumplimento.

Percepción de la población y aspectos socioeconómicos

A partir del conjunto de entrevistas realizadas, se elaboró las siguientes valoraciones sobre la percepción que la población tiene respecto a la introducción de una obra eléctrica, y propone algunas recomendaciones:

1. Existe un problema evidente de insuficiencia de energía eléctrica en toda la región visitada, que se expresa en continuos apagones debidos a sobrecargas, principalmente durante las tardes-noches por la utilización de equipos de refrigeración industrial y en los hogares y cuando se presentan viento. La mayoría de las personas entrevistadas valoran que a medida que se ha incrementado la población, el número de aparatos y de actividades que requieren energía eléctrica, el problema se ha venido agudizando, convirtiéndose en una limitante para algunas actividades: tiendas, molinos, tortillerías, herrerías, agricultura, restaurantes. Toda vez que el uso de motores, que requieren de mayor carga eléctrica, se ve dificultado por la insuficiente potencia o sobre carga.

2. La percepción generalizada, es que una obra, de esta naturaleza beneficiaría a todos ya que hace falta más energía eléctrica. Es decir, la introducción de la electricidad se valora como un bien común y el conjunto de las entrevistas nos indican que en esto la gente está de acuerdo.

3. Será importante considerar las necesidades de energía de las localidades y de los municipios, así como la distribución que de ésta se vaya a hacer, ya que, en la actualidad una parte de la región recibe la energía proveniente de Querétaro, lo que es percibido por la población como un trato diferenciado.

4. La opinión sobre los beneficios de la introducción de más energía, si bien en general es de orden positivo, el énfasis en su necesidad conveniencia varía en función de los intereses representados. Así, dueños de tiendas, molinos, carnicerías, hoteles, restaurantes, y demás actividades que requieren de aparatos que funcionan a base de electricidad denotan una actitud más positiva; mientras que las personas dedicadas a las actividades agropecuarias, reconocen la conveniencia de una obra de esta naturaleza, para el desarrollo del campo y la industria.

5. Se encontró una escasa presencia de organizaciones civiles. Las pocas que existen, dirigen su actividad a una combinación de atención a la problemática social,

productiva y a la conservación de los recursos naturales, ubicándose como organizaciones que promueven el desarrollo sustentable, la organización campesina autónoma y la atención a los problemas de migración.

6. El fenómeno migratorio, constituye el hecho social más relevante de la región, y determina la dinámica económica, incidiendo además de manera muy importante en la vida social y cultural de las familias, las localidades y de la región.

7. El peso estadístico que es significativo de las actividades primarias, lo constatamos en la percepción generalizada de la población respecto al aporte de producción agrícola, pecuaria a la economía de las familias y de la región.

1. **Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto.**

En cuanto al uso que se dará a los recursos naturales que están en el área, será de manera permanente por el Cambio de Uso de Suelo que deriva del proyecto, sin embargo, el uso de la tierra en esa parte de El Marqués es de tipo industrial y habitacional.

2. **Nivel de aceptación de proyecto.**

La población en general, para un mejoramiento en cuanto a la calidad de vida y del servicio eléctrico y que este sea estable, tiene un nivel de aceptación muy bueno, ya que será mejor para la economía del municipio y de los municipios que están alrededor que se beneficiaran.

3. **Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicara el proyecto**

El valor de los sitios es de poco interés, debido a que el proyecto con su obra se ubicará sobre vegetación forestal denominada por INEGI como vegetación de selva baja caducifolia.

4. **Patrimonio Arqueológico que se ubiquen cerca de la zona de influencia.**

Hasta el momento no se han registrado monumentos arqueológicos documentados.

IV.2.2.4. Paisaje

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñóz-Pedreros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que en los segundos (los indirectos) incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

De subjetividad aceptada. Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.

De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.

De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

Evaluación De La Calidad Intrínseca, Calidad Visual Y Absorción Visual Del Paisaje

La evaluación del paisaje para el presente proyecto se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran una las características propias de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas), la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad) y una combinación de los dos anteriores denominada absorción visual, la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transelec, S.A., 2009).

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a unos pocos kilómetros, pero puede ser también mucho mayor.

Sin embargo, su característica más importante es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

Para el análisis del paisaje se delimitaron 15 unidades paisajísticas con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI (tabla IV.173). En el sistema ambiental se presentan dos unidades paisajísticas dominantes del 50% del paisaje, la sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con agricultura de temporal anual (29.36% de la superficie) y lomerío de basalto con agricultura de riego anual y semipermanente (20.47% de la superficie).

Tabla IV.173. Unidades Paisajísticas en la sistema ambiental o unidad de análisis

No.	Unidad de paisaje	Área (ha)	Área (%)
1	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con agricultura de temporal anual	7807.23	29.36
2	Lomerío de basalto con agricultura de riego anual y semipermanente	5443.90	20.47
3	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con agricultura de riego anual y semipermanente	3021.39	11.36
4	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con asentamientos humanos	3015.69	11.34

No.	Unidad de paisaje	Área (ha)	Área (%)
5	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con veg. Sec. Arbórea de selva baja caducifolia	2806.71	10.56
6	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con veg. Sec. Arbustiva de selva baja caducifolia	2673.34	10.05
7	Lomerío de basalto con asentamientos humanos	387.02	1.46
8	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con pastizal inducido	356.21	1.34
9	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con matorral crasicaule	327.03	1.23
10	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con desprovisto de vegetación	237.43	0.89
11	Lomerío de basalto con veg. Sec. Arbustiva de matorral crasicaule	160.95	0.61
12	Lomerío de basalto con agricultura de temporal anual	159.34	0.60
13	Llanura aluvial con asentamientos humanos	149.43	0.56
14	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con cuerpo de agua	36.52	0.14
15	Lomerío de basalto con llanuras con asentamientos humanos	7.78	0.03

Derivado de la tabla anterior las cuatro unidades de paisaje que dominan el sistema ambiental son Meseta compleja con lomerío con Bosque mesófilo de montaña (42.70%), Meseta compleja con lomerío con Pastizal cultivado (38.11%), Meseta compleja con lomerío con Veg. sec. arbustiva de bosque mesófilo de montaña (8.95%) y Meseta compleja con lomerío con Bosque de pino-encino (4.13%).

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

Calidad Visual Del Paisaje (CV) En La Cuenca O Sistema Ambiental

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, se contó con la ayuda del personal que participó en la toma de datos de campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que es desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.1. La calidad visual del paisaje se evalúa a través de la siguiente expresión.

$$\mathbf{CV= \sum (T, C, FE, R, AH)}$$

Dónde:

CV = Calidad visual
T = Topoformas
C = Color
FE = Fondo Escénico
R = Rareza
AH = Actividades Humanas

Los criterios para valorar cada uno de los componentes de la calidad visual se establecen en la tabla IV.174, una vez evaluados cada uno de los componentes estos se suman para generar los valores de la calidad visual de cada una de las unidades paisajísticas.

Tabla IV.174. Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.

Ponderación	5	3	1
Topoformas	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Uso de suelo y vegetación			
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
Actividades Humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas con	La calidad escénica está afectada por	Modificaciones intensas y

Ponderación	5	3	1
	modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Los valores obtenidos se clasifican en tres clases; alta, media y baja de acuerdo a los siguientes criterios (tabla IV.175).

Tabla IV.175. Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.

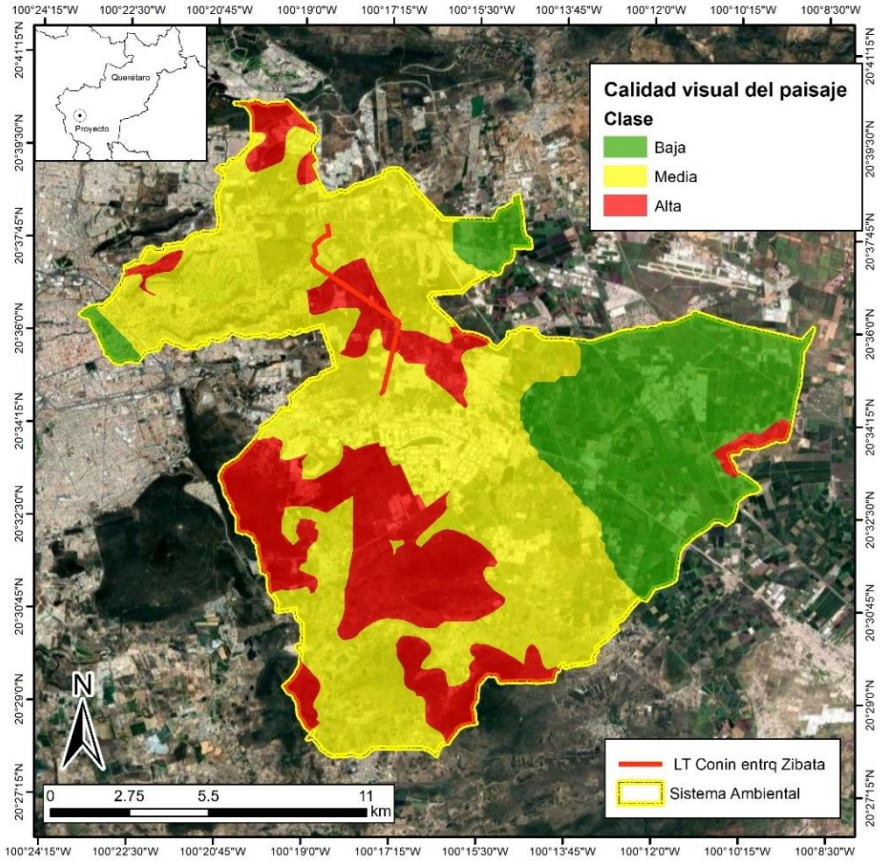
Sensibilidad	Criterio	Valor numérico
Alta	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogénicos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 - 33
Media	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
Baja	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, la posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Las clases de calidad visual determinadas dentro del sistema ambiental se muestran en la tabla siguiente y como se puede observar que la clase de calidad visual *baja* (47.52%) es la dominante, las unidades de paisaje tuvieron una clase baja de calidad visual debido a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje, cómo puede observarse en el mapa IV.62.

Tabla IV.176. Clases de la calidad visual.

Valor	Clase	Área (ha)	%
1	Baja	6,147.48	23.12
2	Media	14,474.47	54.44
3	Alta	5,968.03	22.44
Total		**26,589.98**	**100**

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase alta, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana. En el mapa IV.62 se muestra la distribución de las tres clases de calidad visual del paisaje que fueron determinada dentro del sistema ambiental o cuenca.



Mapa IV.62. Calidad visual del paisaje

Capacidad De Absorción Visual (CAV) En La Cuenca O Sistema Ambiental

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo a lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales de la cuenca que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características tipográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

La evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje se aplicó la siguiente fórmula, la expresión se desarrolla en un sistema de información geográfica, utilizando el software Arc, Gis 10.1. La siguiente expresión es que la se empleó para evaluar la capacidad de absorción visual del paisaje dentro de la cuenca y el área del proyecto.

$$\mathbf{CAV = P \times \Sigma (E, R, D, C, AH)}$$

Dónde:

P = Pendiente
E =Erosionabilidad y estabilidad de suelo
R = Potencial estético
D = Diversidad de la vegetación
C = Color
AH = Actuación humana

Para evaluar cada componente de la CAV se siguieron los criterios establecidos en la tabla IV.177, en el caso factor pendiente se realizó la reclasificación del mapa, estableciendo tres clases de pendientes, el factor de estabilidad del suelo y erosionabilidad del suelo se evaluó utilizando la capa de erosión hídrica del suelo, los demás elementos fueron evaluados tomando en cuenta el uso de suelo, el sistema de topoformas y tipos de suelo presentes en cada unidad de paisaje.

Tabla IV.177. Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado > 27°	Bajo	1
	Inclinación suave 13°– 27°	Moderado	2
	Poco inclinado < 13°	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actividad humana (AH)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Una vez desarrollada la expresión de la CAV los valores numéricos obtenidos se agrupan en tres categorías; alta, media y baja (tabla IV.178).

Tabla IV.178. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

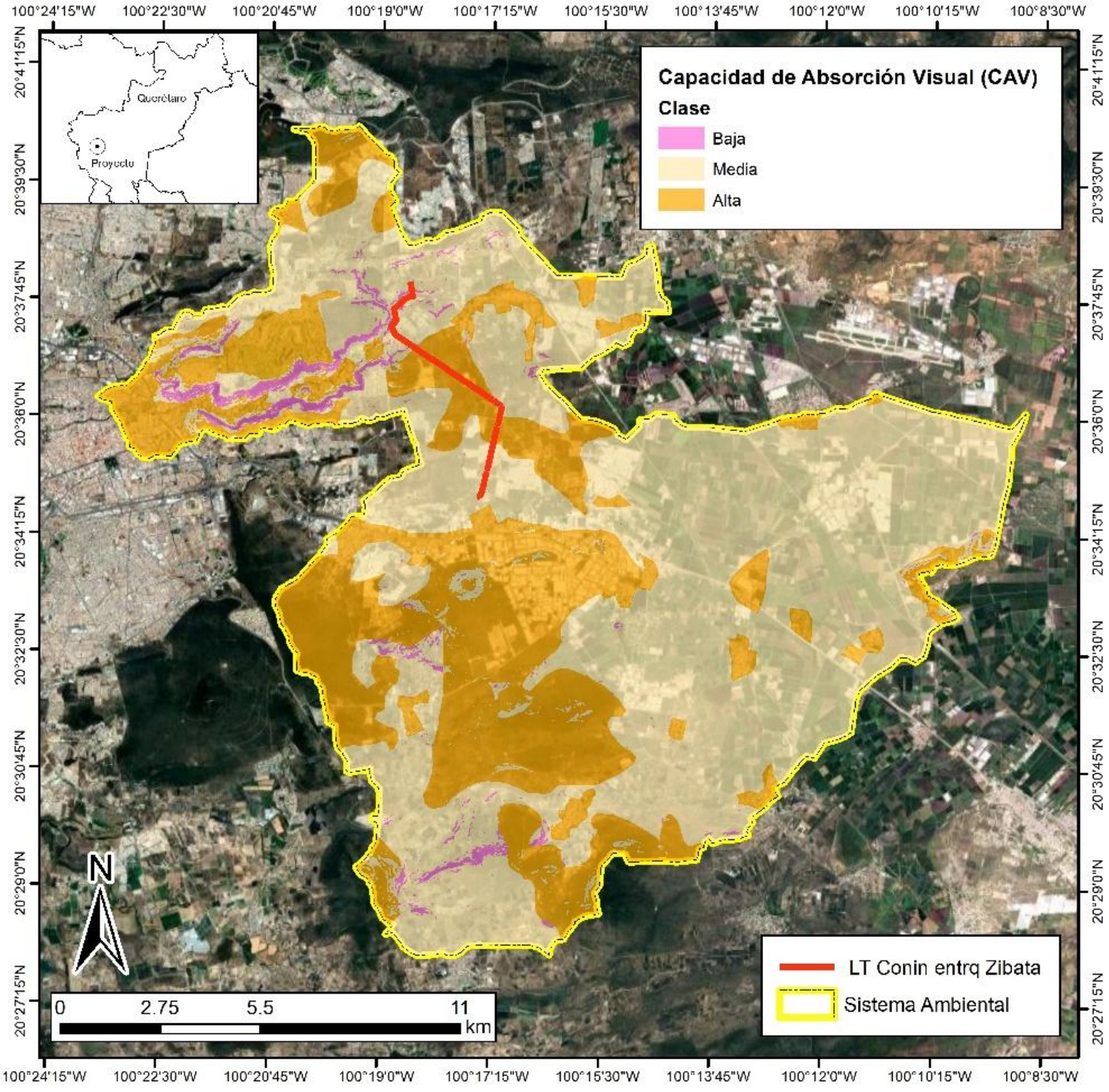
Categoría	Valor numérico
Baja = < 10	1
Media = 11 - 20	2
Alta = > 21	3

En la tabla IV.179 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en el sistema ambiental. Como se observa la clase *baja* ocupa el 2.77% de la superficie en el sistema ambiental y la clase alta es de 33.96%. Esto se debe a que las principales topoformas en las zonas del sistema ambiental principalmente son zonas más planas y pocas con sierras.

Tabla IV.179. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

Clase	Área (km²)	Área (%)
Baja	735.28	2.77
Media	16,824.82	63.28
Alta	9,029.88	33.96
TOTAL	**26,589.98**	**100.00**

De acuerdo al mapa IV.63 la capacidad de absorción visual dentro del área total de proyecto pertenece a la clase media-alta, esto debido principalmente a que las características de la pendiente, el potencial estético, la diversidad de la vegetación y el color tuvieron valores elevados de acuerdo a los criterios establecidos para la determinación del atractivo visual del paisaje.



Mapa IV.63. Capacidad de absorción visual

Grado De Visibilidad En La Cuenca O Sistema Ambiental Regional

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto la determinación del grado de visibilidad se realizó primeramente haciendo una evaluación de cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el sistema ambiental, los valores que se utilizaron en la evaluación fueron el 1, 2 y 3 con clases de visible, poco visible y no visible respectivamente, considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

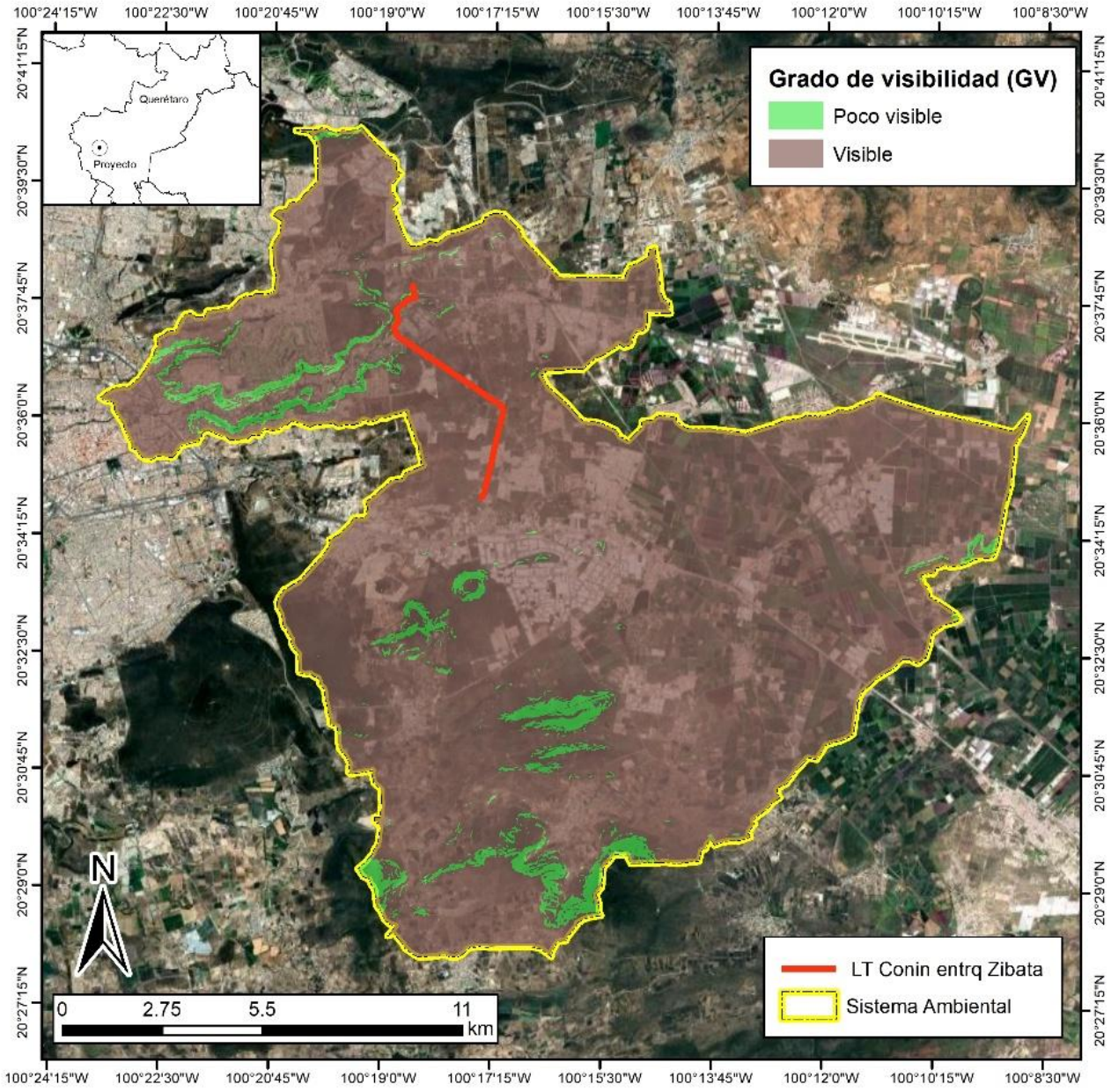
Después de esto se procedió a realizar la unión y la suma de los valores de la evaluación de la pendiente con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se le aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje los cuales se concentran en la siguiente tabla IV.180.

Tabla IV.180. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental.

Valor	Clase	Área (km²)	Area (%)
2	Poco Visible	1,237.50	4.65
1	Visible	25,352.49	95.35
Total		**26,589.98**	**100**

Como se puede observar el 11.11% de la superficie es visible, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 30° en las cuales se pueden encontrar topoformas de *Lomeríos* con vegetación menos densa (presencia de pastizales y zonas agrícolas) lo cual permiten la visibilidad del paisaje, mientras que la categoría de *Poco visible* representa el 88.89% de la superficie total de la sistema ambiental y está determinado principalmente por pendientes poco pronunciados lo que dificulta la visibilidad.

El grado de visibilidad dentro del área total del proyecto es dominada por la clase poco visible. La distribución de la visibilidad del paisaje en el área de estudio se aprecia en el mapa IV.64.



Mapa IV.64. Grado de visibilidad del paisaje

Calidad Visual Vulnerable En La Cuenca O Sistema Ambiental

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Dónde:

CVV = Calidad Visual Vulnerable
CAV = Capacidad de Absorción Visual
CV = Calidad Visual
V = Visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para la cuenca o sistema ambiental y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en la tabla IV.181.

Tabla IV.181. Clases de Calidad Visual Vulnerable.

CVV	VALOR	CLASES
1 – 3	1	Baja
4 – 6	2	Media
7 - 9	3	Alta

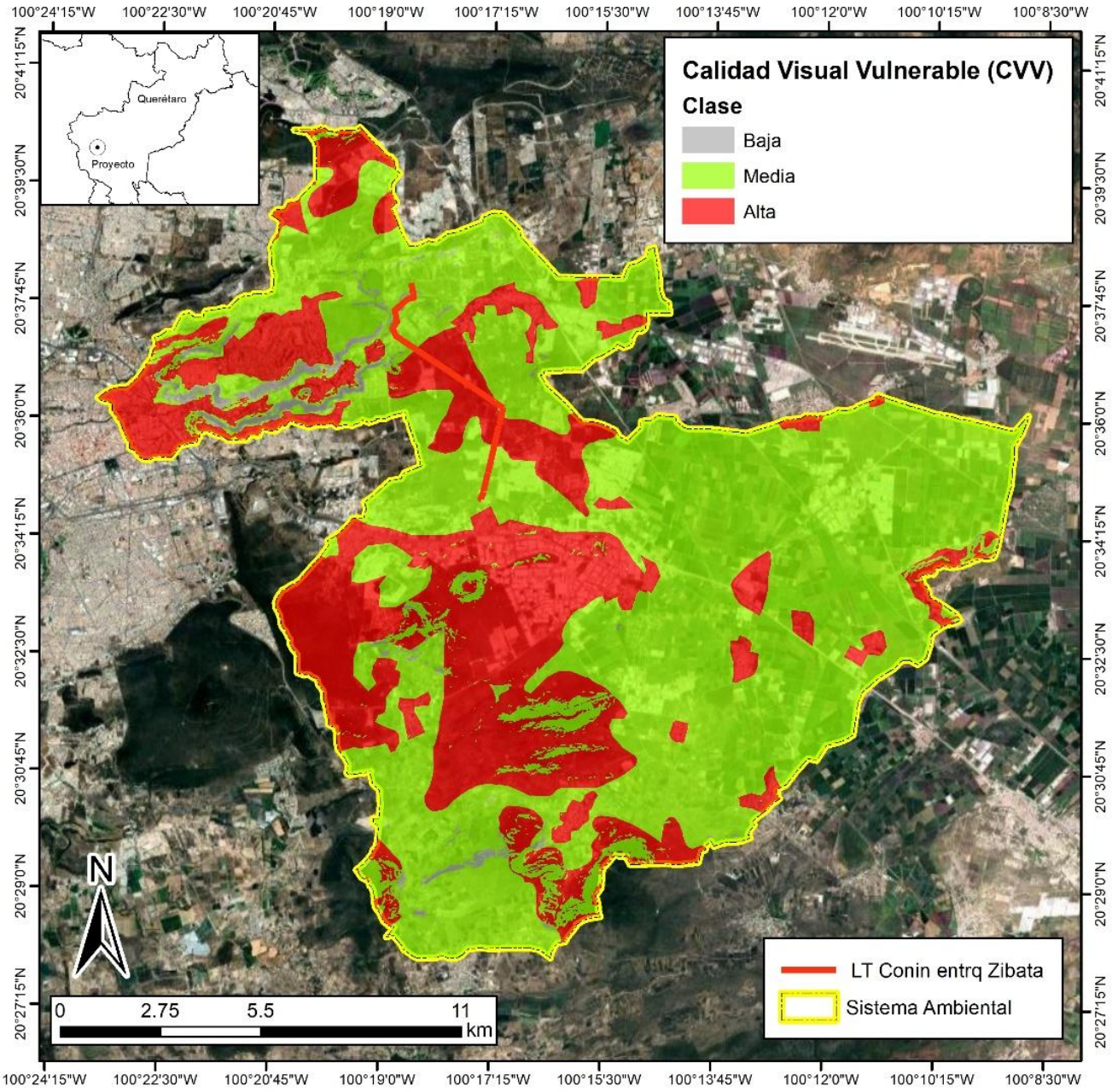
Los resultados obtenidos indican que la clase alta es la que abarca la mayor superficie (tabla IV.182).

Tabla IV.182. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en la cuenca o sistema ambiental regional.

Valor	Clase	Área (km²)	Área (%)
1	Baja	574.247	2.160
2	Media	17,492.956	65.788
3	Alta	8,522.781	32.053
Total		**26,589.984**	**100.000**

La calidad visual vulnerable media se distribuye se distribuye en el 65.788% del área de estudio, la clase alta se vio reflejada en un 32.053% el área de estudio debido a que el

paisaje ya se encuentra modificado en su mayoría. Tomando en cuenta el mapa siguiente la calidad visual vulnerable dentro del área total del proyecto abarca la clase media.



Mapa IV.65. Calidad visual vulnerable

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

De acuerdo a Burstein se define a los servicios ambientales como las funciones de los ecosistemas; es decir, todo aquel conjunto de condiciones y procesos ecológicos (incluidas las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su sola existencia (Burstein et al. 2002).

Por otro lado, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2018) en su artículo 7, fracción LXI, define a los servicios ambientales como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.

Como es bien sabido, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Es por ello que el ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no puede abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles. Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica de los recursos biológicos forestales presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad.

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas).

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros.

Los servicios ambientales que brindan los ecosistemas de acuerdo al tipo de beneficio, pueden clasificarse de la siguiente manera:

Servicios de soporte. Aquellos servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales, como la formación de suelo (su conservación y fertilidad), ciclos biogeoquímicos (p.e. nitrógeno, fósforo, etc.), ciclo hidrológico (desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida) y la producción primaria (fotosíntesis, químico síntesis).

Servicios de regulación. Los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas, entre ellos se encuentran la regulación del clima, el control de enfermedades, calidad del aire, control de la erosión de los suelos, captura de carbono, traslocación y sedimentación y regulación del agua y riesgos naturales (como huracanes). Conservación de la biodiversidad, provisión y limpieza del agua y banco genético.

Servicios de suministro. Se trata de los productos obtenidos de los ecosistemas (alimento, agua, combustible, fibras y recursos genéticos).

Servicios culturales. Son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas (educativos, recreación y ecoturismo, estéticos, espirituales y religiosos).

Para determinar cuáles servicios ambientales podrían impactarse por la construcción del proyecto en mención se tomarán en consideración los servicios ambientales señalados en el Artículo 7 Fracción LXI de la LGDFS. Para los cuales se realiza primeramente la identificación, luego su cuantificación para finalmente realizar una valoración económica de los mismos.

Identificación De Los Servicios Ambientales

De acuerdo al cambio de uso de suelo que se le pretende dar a la zona de la obra del Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, proyectada en el municipio El Marqués del estado de Querétaro, incluyendo las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Del total de la superficie del Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA equivale a **17.5413** ha, la cual tendrá una superficie forestal de **4.9302** ha de vegetación de selva baja caducifolia (SBC) que requiere autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF).

A continuación, se presenta una tabla en donde se identifican los servicios ambientales que se verán impactados por la implementación de dicho proyecto.

Tabla IV.183. Identificación de los servicios ambientales

Servicios ambientales del artículo 7 fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Afectación con el cambio de uso de suelo de la obra del proyecto
La provisión del agua en calidad y cantidad	Si
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales	Si
La generación de oxígeno	Si
El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	No
La modulación o regulación climática	No
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Si
La protección y recuperación de suelos	Si
El paisaje y la recreación	Si

De la tabla anterior se observa que el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales y la modulación o regulación climática fueron los dos servicios ambientales que por tratarse de una Línea de Transmisión (LT), no se ven afectados en gran medida, razón por la cual no se cuantifican. Pues el proyecto se ubica en una zona en donde las condiciones físicas y ubicación geográfica no favorecen la probabilidad de los fenómenos naturales como Huracanes y tormentas tropicales. Por tratarse de una pequeña área en relación a las unidades de análisis (cuenca), aunado a las características ecológicas del ecosistema afectado donde la presencia de un estrato arbóreo y arbustivo definido y las condiciones físicas extremas (temperatura, precipitación, evapotranspiración, etc.), que está sujeta a cambio de uso de suelo; el servicio ambiental referido a la modulación o regulación climática no se verá afectado con la remoción de la vegetación forestal.

Cuantificación de los servicios ambientales

1. PROVISIÓN DEL AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD

Provisión del agua en calidad

La calidad del agua se mide mediante sus características físicas, químicas y biológicas. Estas características se ven influenciadas por factores que interaccionan directamente con los cuerpos superficiales y subterráneos durante la intercepción, escorrentía o almacenamiento. La cubierta presente sobre el suelo juega un papel importante en la determinación de la calidad del agua, asimismo un área con cubierta forestal presentará agua de mejor calidad que un área urbana.

Para determinar el grado de afectación de la calidad del agua en una zona específica, sería necesario la toma de parámetros fisicoquímicos y biológicos antes de la ejecución del proyecto en estudio y posterior a este; es decir, conocer los valores de ICA (Índice de Calidad del Agua), donde mediante una expresión matemática los parámetros valorados permiten evaluar el recurso hídrico.

Por las características y naturaleza del área de proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA se señala que durante el proceso de CUSTF no se emplearán sustancias químicas tóxicas en ninguna actividad que comprometa los estados físicos, químicos o biológicos que exhibe actualmente el agua. Asimismo, no se colocarán

estructuras de obra dentro de los cuerpos de agua o en la ribera de estos, no se removerá la vegetación próxima a los cauces, se mantendrá en estricta vigilancia, el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen en los diferentes frentes de trabajo; para evitar que estos pudieran depositarse sobre las barrancas o en los cuerpos de agua o corrientes intermitentes.

Por tal motivo, se argumenta que el desarrollo del proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, No modificará las características fisicoquímicas y biológicas de las corrientes superficiales; es decir, no se compromete la calidad del agua, ni se modifica el cauce natural de las corrientes superficiales, teniendo un grado de afectación nulo a este servicio ambiental.

Provisión del agua en cantidad

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran los citados por Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Debido a la poca información con que se cuenta y la complejidad de los métodos citados en el párrafo anterior, se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua (Torres Rojo y Guevara Sanguinés, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de factores como la cantidad y distribución de la precipitación, tipo de suelo, características del mantillo, tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros (Torres Rojo y Guevara Sanguinés, 2002). La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). La metodología desarrollada se cita en la parte inferior a este párrafo, está acorde a lo señalado en la NOM-011-CNA-2000 y en el Apéndice normativo A.

Para la determinación del volumen de escurrimiento, coeficiente de escurrimiento y de infiltración se utilizó la metodología que fue desarrollada conformé a lo señalado en la NOM-011-CNA-2000 y Apéndice normativo A. La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó en función del tipo y uso del suelo, así como del volumen de precipitación de la región donde se ubican las áreas de Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA.

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (CALCULO):

Ve = (P) (At) (Ce)

Donde:
Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m3)
P = Precipitación anual en m3
Ce = Coeficiente de escurrimiento anual
At = Área total sujeta a cambio de uso de suelo en m2

Coeficiente de escurrimiento anual (Calculo):

Debido a la poca información con que se cuenta y la complejidad de los métodos citados en el párrafo anterior, se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

Ce= K (P-250)/2000 cuando K es igual o menor a 0,15 y
Ce= K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 cuando K es mayor que 0,15

Donde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies
P= Precipitación media anual
K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en la tabla IV.182.

Tabla IV.184. Valores K en función del tipo y uso de suelo

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0,27	0.30
Granos pequeños	0.24	0,27	0.30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0.14	0.20	0.28
De 50 al 75 % - Regular -	0.20	0.24	0.30
Menos de 50 % - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0.07	0.16	0.24
Cubierto de 50 al 75 %	0.12	0.22	0.26
Cubierto de 25 al 50 %	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos de 25 %	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Fuente: CNA, 2001

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual, se obtiene de la siguiente manera:

Vol. Esc. Anual (VE) = Pa * At * Ce

Donde:
Pa= Precipitación media anual en m
At= Área total en m^2
Ce= Coeficiente de escurrimiento
Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia subcuenca hidrológica en metros cúbicos (m^3).

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la tabla IV.185.

Tabla IV.185. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación

Escenario 1 (condición actual sin proyecto):

Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m^2)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m^3)
Selva baja caducifolia	49,302.00	B	0.26	0.101	2,299.25
Total	**49,302.00**				**2,299.25**

Tabla IV.186. Escenario 2 (posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto):

Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m^2)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m^3)
Selva baja caducifolia	49,302.00	B	0.30	0.132	3,003.38
Total	**49,302.00**				**3,003.38**

K = Camino de terracería

Análisis de captación y afectación a las corrientes de agua intermitentes (escurrimientos pluviales) en el área de CUSTF, haciendo su análisis de escurrimiento de agua antes y después de la construcción del proyecto. Asimismo, las respectivas medidas de mitigación acordes a la situación que presenta el factor agua en el área, garantiza el no deterioro o la disminución en su captación.

Los argumentos que dan atención a este precepto de atención se presentan a continuación:

No se disminuye la captación de agua

Para determinar que no se disminuye la captación del agua con la implementación las del Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, fue necesario determinar dos escenarios:

1. Cantidad de agua que actualmente escurre (sin proyecto).

2. Cantidad de agua que escurrirá posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto).

Resultado del Escurrimiento:

Escenario 1. Cantidad de agua total de escurrimiento actual (sin proyecto):

Q = **2,299.25** m³/año (del ecosistema afectado con el CUSTF)

Escenario 2. Cantidad de agua total de escurrimiento posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto) (desmonte a matarrasa y despalme del área total del proyecto):

Q = **3,003.38** m³/año (del ecosistema afectado con el CUSTF)

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se escurre (sin proyecto) en el predio y posterior al CUSTF (con la construcción del proyecto) se aprecia una diferencia de **704.13** m³/año, este es el volumen que se deberá atenuar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas. Con base a lo anterior como medida de mitigación se establece la construcción de 25.5 obras de control de escurrimientos (18.5 fajitas o cordones de vegetación muerta y las 07 zanjas bordo) para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se establecerán en un predio a un costado y dentro de donde se efectuará el CUSTF, propuestas para la obra del proyecto (ver anexo IX.3.H del DTU).

Infiltración:

Con la finalidad de demostrar la tercera hipótesis normativa establecida en el artículo 93 de la LGDFS, referente a que con el cambio de uso de suelo no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en la captación, se recurrió a revisar y utilizar diversas metodologías que permitieran desarrollar un balance hídrico. El cual se basa en las entradas y salidas al sistema hídrico, estos métodos establecen como entrada de agua al sistema la lluvia y las salidas en evapotranspiración y escurrimiento. Por lo que la diferencia entre la evapotranspiración y el escurrimiento en la precipitación, es igual a la infiltración que se tiene en la zona. Sin embargo, dadas las características del área sujeta a cambio de uso de suelo y en general de la zona en donde se encuentra inmerso las obras del proyecto en estudio, se determinó lo siguiente:

Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de la obra de conservación, las variables tomaran los siguientes valores para cada tipo de vegetación, (tabla IV.187):

Tabla IV.187. Caracterización del escenario 1.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte de los predios en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.20 (bosque)	0.45

Tenemos que la precipitación, es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla IV.188. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja caducifolia	I = (0.88)*0.45*462.2 mm = **183.031 mm**	49302.00	9023804.22	9023.80

B) Infiltración con la construcción del proyecto (Escenario 2).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.189. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.09 (Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%))	0.34

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla IV.190. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja caducifolia	I = (0.88)*0.34*462.2 mm = **138.290 mm**	49302.00	6817985.41	6817.99

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, notamos una disminución de:

Tabla IV.191. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81
Total	**9023.80**	**6817.99**	**2205.81**

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación entes señalado, podemos notar que se reducirá **2205.81 m^3/año** (**9023.80 – 6817.99**) de infiltración de agua en la superficie forestal de los predios de la obra del proyecto en estudio,

sujetas a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se infiltra (sin proyecto) en zona de análisis y posterior al CUSTF (con proyecto) se aprecia una diferencia de:

Tabla IV.192. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES m^3/año	INFILTRACIÓN POSTERIOR A LA EJECUCIÓN DEL CUSTF m^3/año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m^3/año
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**2205.81 m^3/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran **5** m^3/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1996-2024 son **133.20**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación meteorológica No 22070 denominada Plantel 7.

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **17.40** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **17.40 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **133.2 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en la estación meteorológica No 22070, denominada Plantel 7 (CONAGUA), se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

Vol = No zanjas/ha x No eventos/año x vol captado/zanjas = vol. Captación/año/ha

Vol = 6.44 x 65.9 x 5.0

Vol = 2121.98 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la LT Conín entronque = **9023.80 m³/año**, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la LT Conín entronque = **6817.99 m³/año**, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **2205.81 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **1.08 ha**, en las cuales se construirán **7.0 zanjas** bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente **35.0 m³/año por evento, que multiplicado por los 65.9 eventos al año, se logrará captar 2306.5 m³/año en las 1.08 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **2205.81 m³/año** (**9023.80 – 6817.99** m³/año), el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas. Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación a la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.
- No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal**.

Tabla IV.193. Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes (MLPSA). REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2021 (COMISIÓN NACIONAL FORESTAL).

Montos máximos de pago negociables por el Servicio Ambiental	Tipo de Ecosistema	Superficies de apoyo	
		Superficie mínima (hectáreas)	Superficie máxima (hectáreas)
$600 pesos /ha/año	Bosque mesófilo, manglares, marismas y vegetación de llanura costera. Ecosistemas riparios y palmar natural.	50 hectáreas para personas físicas, ejidos, comunidades, agrupaciones, sociedades y asociaciones (podrán agruparse personas proveedoras aportando polígonos de al menos 5 hectáreas).	250 hectáreas para personas físicas. 500 hectáreas para sociedades, asociaciones y agrupaciones 3,000 hectáreas para ejidos y comunidades.
$400 pesos /ha/año	Selvas, húmedas, bosques templados.		
$300 pesos /ha/año	Selvas secas Matorrales.		

Por la asistencia técnica anual	Superficies de apoyo
$10,000 pesos	De 50 a 99 hectáreas
$19,000 pesos	De 100 a 500 hectáreas
$27,000 pesos	De 501 a 1000 hectáreas
$37,000 pesos	Mayor a 1000 hectáreas

Estimación económica del servicio ambiental "Hidrológico"

La valoración económica de este servicio ambiental como parte de los usos indirectos de los recursos biológicos forestales considera los montos asignados por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales. Tal valoración toma como base el precio medio es de **$ 1,100.0 pesos/ha/año**$^{-1}$, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de **4.9302 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto de **$ 5,423.22 pesos** M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 108,464.40 pesos** M.N. (ciento ocho mil cuatrocientos sesenta y cuatro pesos 40/100 M.N.).

2. CAPTURA DE CARBONO, DE CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES

El Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente define a la captura de carbono como “la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en forma de biomasa en los océanos, bosques o la tierra. También conocido como secuestro de carbono y fijación de carbono. Es considerado unos de los servicios ambientales de mayor importancia. Pues contribuye a mantener las temperaturas globales, así como la composición química del agua marina y de las zonas costeras”.

La energía solar, principal motor de la vida, mediante la fotosíntesis fija el carbono de la atmósfera en forma de madera, ramas, frutas y semillas. De esta forma, la captura de carbono consiste en el almacenamiento de carbono en suelos, bosques y otros tipos de vegetación, debido a que todas las plantas absorben el bióxido de carbono y lo transforman en carbohidratos dentro de sus organismos. De ahí, la influencia del manejo de vegetación en este servicio ambiental.

Los bosques y selvas mediante los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia, capturan, almacenan y liberan carbono. La intensidad está en función del manejo de la vegetación, así como de la edad, estructura y composición. La captura de carbono es un servicio ambiental que permite equilibrar la concentración de este elemento y de gases en la atmosfera que se producen por las emisiones que resultan de la actividad humana y que motivan el efecto invernadero (Torres y Guevara, 2005).

A propósito de tener una estimación sobre el potencial de captura de carbono en los ecosistemas de México, se han establecido los siguientes supuestos:

La estimación del carbono acumulado en bosques y selvas se ha basado en datos obtenidos de inventarios de árboles en pie, mantillo, biomasa muerta y biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

La estimación de la biomasa se basa en la densidad de la vegetación y peso por especie. Por su parte, para la estimación de biomasa en raíces, requiere de muestreo por especie y tipo de suelo.

La estimación de carbono en suelos es más compleja, ya que está en función del tipo de suelo y sus características fisicoquímicas del mismo. Las técnicas más conocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

Balance de carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea (suelo) actual

Este servicio ambiental se refiere a la captura y almacenamiento de carbono que queda retenido en la biomasa viva, en la materia orgánica en descomposición y en el suelo. Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO2) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; la cantidad de CO2 que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en forma de biomasa del árbol (madera), multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42% al 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar su madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó durante su vida. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Se han desarrollado diversos estudios para estimar la captura de carbono ya sea de un árbol o de una masa arbolada, a través del peso fresco de hierbas, hojarasca y partes leñosas de un árbol vivo, utilizando ecuaciones alométricas para su estimación.

En tanto, el ciclo terrestre del carbono se presenta en la 0. En este ciclo, el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1 500 Pg C a 1 m de profundidad (cerca de 2 456 a dos metros de profundidad)1. El carbono inorgánico representa cerca de 1 700 Pg, pero es capturado en formas más estables tales como el carbonato de calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos.

Los flujos entre el carbono orgánico del suelo o terrestre y la atmósfera son importantes y pueden ser positivos bajo la forma de captura o negativos como emisión de CO2.

1 Pg = 10 15 g = Gt =109 toneladas métricas

El ciclo terrestre del carbono: el carbono del suelo y el carbono global disponible. Según *International Geosphere Biosphere Program* (1998).

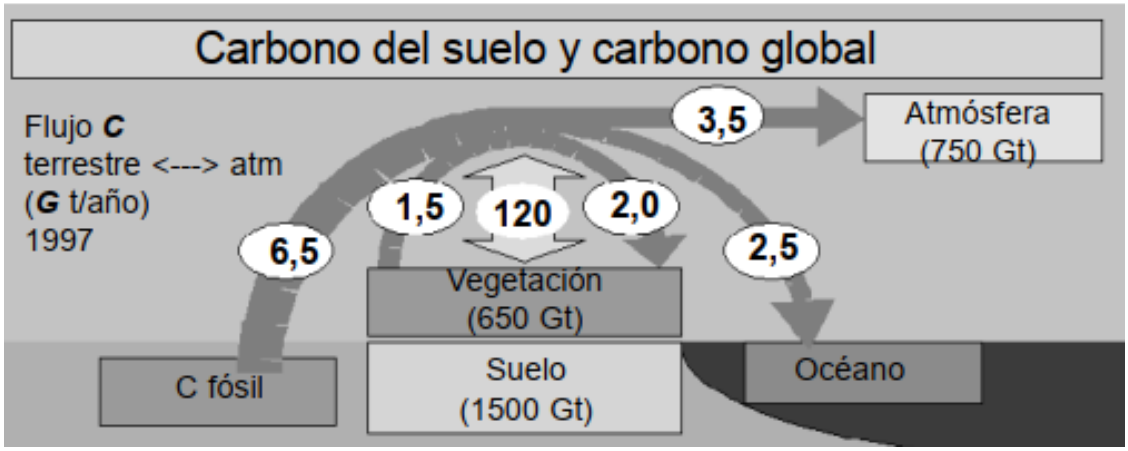


Figura IV.19. El ciclo terrestre del carbono

Las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización) (0). En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y solo una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg/año) se acumula en la fracción húmica estable (0,4 Pg/año).

Modelo de la dinámica del carbono en el suelo (Balesdent *et al.*, 2000)

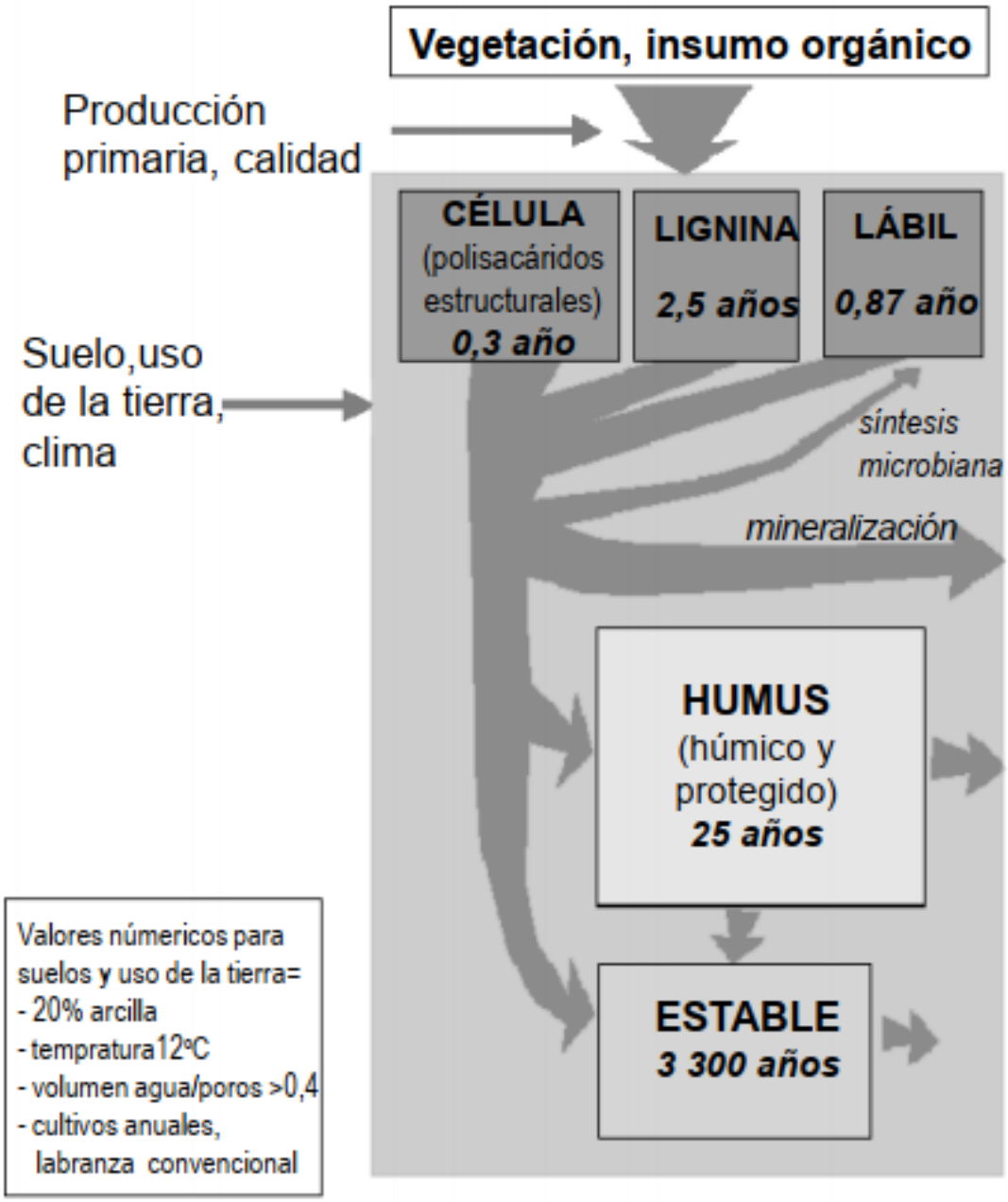


Figura IV.20. Dinámica del carbono en el suelo

I. Balance de carbono almacenado en la biomasa aérea actual

a) Estimación del Carbono almacenado en la biomasa aérea del área de CUSTF

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó el método IPCC, (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables.

La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch,2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m³), se calculó por el método de IPCC como se indica a continuación:

CCC = Vr x Fd x FCC

Donde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono (variable a estimar)
Vr= Volumen real en m³

Se realizó la estimación del volumen de las especies, para esto se utilizaron los resultados de los muestreos llevados a cabo en área propuesta para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales abordados en el apartado de Cuantificación de volúmenes por especie, del estudio técnico justificativo, para ello el calculó se realizó de dos maneras; utilizando tarifas y tablas de volúmenes para las especies arbóreas y mediante la utilización de algunos modelos o ecuaciones matemáticas aplicables a algunas especies.

Para la determinación de volumen promedio a intervenir, se calculó utilizando algunos modelos o ecuaciones matemáticas aplicables a algunas especies.

De esta manera para las especies de mezquite y retama se utilizó el siguiente modelo matemático, utilizado para el *Prosopis laevigata* (mezquite):

ECUACIÓN PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$$V = (0{,}47506)*(D^2*H)^{(0{,}997374)}$$

DONDE:
D = DIÁMETRO (m)
H = ALTURA (m)

Otros de los modelos que se aplicaron son por ejemplo, el de Schumacher de Acacias, aplicado para las especies de Huizache, huizache chino, palo dulce, garruño el cual se describe a continuación;

$$V = e^{Bo} * D^{B1} * A^{B2}$$

Donde:

$B_0 = -9.4755555$
$B_1 = 1.9901990$
$B_2 = 1.1736680$

D = Diámetro (cm)
A = Altura (m)
e = Exp = Base de los logaritmos naturales (2.718282)

QUE SUSTITUYENDO NOS DA:

ARBOLES

Vol = Exp (-9.4755555)*(D)^(1.9901990)*(A)^(1.1736680)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
D= Diámetro (cm)
A = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales (2.718282)

Para las especies de Copal, copal blanco, anacua, coyotillo, se aplicó el siguiente modelo matemático, acorde a las características fenológicas arbustivas de las especies:

Vol = Exp (-9.8839+2.245 Ln Db+0.658 Ln Ht)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
Db= Diámetro basal (cm)
Ht = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales (2.718282)
Ln = Logaritmo natural del argumento

Para la especie de Granjeno se utilizó su propio modelo matemático elaborado para Granjeno:

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Guayacum angustifolia (GUAYACAN) Y *Celtis pallida* (GRANJENO)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0,593143)+(0,34349)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Para la especie de Condalia se utilizó su propio modelo matemático elaborado para *Condalia hookeri:*

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Condalia hookeri (BRASIL)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0,103511)+(0,27891)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Todos estos modelos matemáticos fueron recopilados del estudio de la publicación denominada “Ecuación para calcular el volumen de especies del matorral de la región de Linares N.L. (Villalon, 1989, Facultad de ciencias forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León”.

Para la especie de Palo blanco se utilizó su propio modelo matemático elaborado para duras tropicales de selva baja caducifolia*:*

DURAS CORRIENTES TROPICALES DE SBC

Modelo $V = C_1 + C_2\ AD^2 + C_3AD + C_4A + C_5D^2$

Ecuación $V = 0.01686 + 0.56743\ (10^{-4})\ AD^2$

Que sustituyendo nos da:

Árboles

Vol = 0.01686 + 0.56743(10^-4)(A)(D^2)

Donde:

Vol = Volumen en m^3 r. t. a.

D= Diámetro (cm)

A = Altura total (m)

Para la especie de Chamiso, Montanoa, Cinco negritos, Aloysia, Caratacua, forestiera, Peisto, Viejo o carrasquilla, dalea, Pie de paloma, tiangis, hierba de ángel se utilizó su propio modelo matemático elaborado para arbustos xerófilos*:*

Arbustos xerófilos

Vol =1.37549*(ϕ^2*h)^1.42384

Donde:
V= volumen
β= 1.37549
ϕ= diámetro basal
h= altura
p1= 1.42384

Para la estimación del volumen se corre en SAS una regresión lineal
(con un conjunto de datos diámetro basal y alturas)
Fuente: Martínez Salvador 2014. Reporte de modelos de volúmenes para especies arbustivas de zonas áridas.

De igual manera es necesario aclarar que para la captura y estimaciones dasometricas o volumétricas de las especies forestales de esta comunidad vegetal identificada y muestreada, los datos de campo se agruparon en clases diamétricas y de altura, lo anterior derivado a que las tablas y tarifas de volumen utilizadas así están clasificadas, para su estimación y agrupándolos como a continuación se señala:

Clases o categorías diamétricas y de altura utilizadas en este estudio:

Tabla IV.194. Altura de los árboles y arbustos

CLASE O CATEGORÍA ALTURA (M)	RANGOS (M)	VALOR REGISTRADO DE LA CATEGORÍA EN EL MUESTREO (M)
1	3.5 – 7.4	5.0
2	7.5 – 12.4	10.0
3	12.5 – 17.4	15.0
4	17.5 – 22.4	20.0
5	22.5 – 27.4	25.0

Tabla IV.195. Diámetro de los árboles y arbustos (DAP)

CLASE O CATEGORÍA DIAMETRICA (CM)	RANGOS (CM)	VALOR REGISTRADO DE LA CATEGORÍA EN EL MUESTREO (CM)
1	3.5 – 7.4	5.0
2	7.5 – 12.4	10.0
3	12.5 – 17.4	15.0
4	17.5 – 22.4	20.0
5	22.5 – 27.4	25.0
6	27.5 – 32.4	30.0
7	32.5 – 37.4	35.0
8	37.5 – 42.4	40.0
9	42.5 – 47.4	45.0
10	47.5 – 52.4	50.0
11	52.5 – 57.4	55.0
12	57.5 – 62.4	60.0
13	62.5 – 67.4	65.0
14	67.5 – 72.4	70.0
15	72.5 – 77.4	75.0

Para el cálculo de las existencias reales totales del predio o área que requieren autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal del Proyecto, en estudio para cada especie, se extrapolan las existencias reales por ha a la superficie neta de cada uno de estos. De forma similar, para estimar el volumen de materias primas por especie derivadas de los predios en estudio, los resultados de volumen y número de árboles por hectárea, son inferidos relacionando dichos valores con la superficie de los predios en estudio.

Fd = Factor densidad

FCC = Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

- Clasificación de individuos por género.
- Cálculo del volumen en metros cúbicos de biomasa por especie.
- Estimación de la superficie total ocupada (ha).
- Multiplicación del factor de densidad (para matorrales 0.22, coníferas 0.48 y 0.60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea

Es así que, para la estimación del carbono capturado en la vegetación de bosque de pino-encino (BPE) en la 1.0 ha y se utilizó el factor de densidad del 0.48 y 0.60 y como factor de contenido de carbono 0.45.

De acuerdo con la fórmula ***CCC = Vr x Fd x FCC***, en el siguiente cuadro tenemos que, en el área del cambio de uso de suelo de terrenos forestales, se cuenta con **1.174 toneladas** de Carbono almacenado en la biomasa aérea de vegetación forestal total presente en el área de CUSTF.

Tabla IV.196. Cálculo de carbono capturado de las especies del área de CUSTF.

NO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA	VOL. TOTAL/HA M³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA CUSTF (4.9302 ha)	Factor de densidad	Factor C02	CCC
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	320	0.2054	1.0127	0.22	0.45	0.1003
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	168	0.2003	0.9876	0.22	0.45	0.0978
3	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	60	0.0009	0.0047	0.22	0.45	0.0005
4	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	32	0.0042	0.0209	0.22	0.45	0.0021
5	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	432	0.4159	2.0506	0.22	0.45	0.2030
6	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	40	0.7704	3.7983	0.22	0.45	0.3760
7	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	172	0.2398	1.1822	0.22	0.45	0.1170
8	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	4	0.0003	0.0015	0.22	0.45	0.0001
9	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	852	0.0012	0.006	0.22	0.45	0.0006
10	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	0.0389	0.1916	0.22	0.45	0.0190
11	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	220	0.00004	0.0002	0.22	0.45	0.0000
12	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	44	0.2926	1.4426	0.22	0.45	0.1428

NO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA	VOL. TOTAL/HA M³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA CUSTF (4.9302 ha)	Factor de densidad	Factor C02	CCC
13	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	68	0.0321	0.1583	0.22	0.45	0.0157
14	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	12	0.00002	0.0001	0.22	0.45	0.0000
15	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	12	0.0001	0.0003	0.22	0.45	0.0000
16	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	36	0.0003	0.0013	0.22	0.45	0.0001
17	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	12	0.00003	0.0002	0.22	0.45	0.0000
18	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	352	0.1838	0.9063	0.22	0.45	0.0897
19	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	168	0.0038	0.0188	0.22	0.45	0.0019
20	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	28	0.0001	0.0004	0.22	0.45	0.0000
21	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	40	0.0001	0.0006	0.22	0.45	0.0001
22	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	552	0.0429	0.2115	0.22	0.45	0.0000
23	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	28	0.0001	0.0004	0.22	0.45	0.0000
24	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	40	0.0151	0.0744	0.22	0.45	0.0074
	TOTAL		**3700**	**2.44839**	**12.0715**	**5.280**	**10.800**	**1.174**

Fuente: Ordoñez, 2001

II. Balance de carbono almacenado en la biomasa subterránea del suelo actual

Para la estimación de las existencias de carbono en el suelo en las 4.9302 hectáreas de CUSTF se basó en los datos en la tabla siguiente. Total de existencias de carbono orgánico del suelo (COS) y contenido medio (kg C/m²) en las principales Zonas Agroecológicas2 (para los 0,3 y 1 m superiores) (de Batjes, 1999), del Capítulo 2. La evaluación del almacenamiento del carbono en el suelo y los principales cambios, documento publicado en el año 2002 por La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

2 La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) han estado continuamente desarrollando la metodología "Zonas Agroecológicas" (ZAE) durante los últimos 30 años, para evaluar los recursos y el potencial agrícolas. Los rápidos avances en tecnología de la información han generado bases de datos mundiales cada vez más detalladas y variadas, lo cual hizo posible la primera evaluación mundial de las ZAE en el año 2000. Desde entonces, se han realizado anualmente evaluaciones mundiales de las ZAE. Con cada actualización del sistema, se han multiplicado los temas abordados, el tamaño de la base de datos y el número de resultados (http://www.fao.org/nr/gaez/es/#).

Alimentación, denominado “CAPTURA DE CARBONO EN LOS SUELOS PARA UN MEJOR MANEJO DE LA TIERRA”, donde señala dentro de su Prefacio “El Protocolo de Kyoto reconoce que las emisiones netas de carbono pueden ser reducidas ya sea disminuyendo la tasa a la cual se emiten a la atmósfera los gases de invernadero o incrementando la tasa por la cual esos gases son retirados de la atmósfera gracias a los sumideros. Los suelos agrícolas están entre los mayores depósitos de carbono del planeta y tienen potencial para expandir el secuestro de carbono y de esta manera mitigar la creciente concentración atmosférica de CO2. Dentro del contexto del Protocolo de Kyoto y las subsiguientes discusiones de la Conferencia de las Partes (COP), hay un cierto número de características que hacen que el secuestro de carbono en las tierras agrícolas y forestales pueda ofrecer posibilidades de estrategias atractivas de modo de mitigar el incremento en la atmósfera de las concentraciones de gases de efecto invernadero” y finaliza diciendo “Esta publicación presenta una valiosa revisión de distintas prácticas de manejo del suelo que podrían producir efectos positivos para incrementar la producción así como también los depósitos de carbono en los suelos agrícolas y forestales que pudieran dar créditos dirigidos a satisfacer las metas nacionales de emisión de gases”.

Así, de acuerdo a Batjes (1999), citado por la FAO, 2002, hace señalamientos sobre la distribución del total de las existencias de carbono del suelo según las principales zonas ecológicas. Tales zonas muestran grandes diferencias en el almacenamiento del carbono orgánico, sobre todo en relación con la temperatura y a la lluvia. Expresa que, “Las existencias de carbono en el suelo hasta un metro de profundidad varían entre 4 kg/m² en las zonas áridas y 21-24 kg/m² en las regiones polares o boreales, con valores intermedios de 8 a 10 kg/m² en las zonas tropicales”. Finaliza diciendo que, “Estas zonas agroecológicas desarrolladas por FAO pueden constituir un marco de referencia para evaluar y supervisar el almacenamiento de carbono en los suelos”.

Tabla IV.197. Utilizado para la estimación del carbono almacenado en la biomasa del suelo

Total de existencias de carbono orgánico del suelo (COS) y contenido medio (kg C/m²) en las principales Zonas Agroecológicas (para los 0,3 y 1 m superiores) (de Batjes, 1999)

Zona Agroecológica	Reservorios de COS pesados espacialmente (Pg C)		Densidad media del COS (kg/m^{-2})	
	hasta 0,3 m profundidad	hasta 1 m profundidad	hasta 0,3 m profundidad	hasta 1 m profundidad
Trópico, cálido húmedo	92 - 95	176 - 182	5,2 - 5,4	10,0 - 10,4
Trópico, cálido, estacionalmente seco	63 - 67	122 - 128	3,6 - 3,8	7,0 - 7,3
Trópico, fresco	29 - 31	56 - 59	4,4 - 4,7	8,4 - 8,9
Árida	49 - 55	91 - 100	2,0 - 2,2	3,7 - 4,1
Subtrópicos con lluvias de verano	33 - 36	64 - 68	4,5 - 4,7	8,6 - 9,1
Subtrópicos con lluvias de invierno	18 - 20	37 - 41	3,6 - 3,9	7,2 - 8,0
Oceánico templado	20 - 22	40 - 44	5,8 - 6,4	11,7 - 12,9
Continental templado	21 - 126	1233 - 243	5,6 - 5,9	10,8 - 11,3
Boreal	203 - 210	478 - 435	9,8 - 10,2	23,1 – 24,0
Polar y alpino (excl. hielos terrestres)	57 - 63	167 - 188	7,0 - 7,8	20,6 - 23,8

De acuerdo a lo antes citado y siguiendo los resultados para la zona agroecológica Árida, a continuación, se expone la estimación del Carbono Orgánico del Suelo (COS) a una profundidad de 30 centímetros, puesto que es la parte orgánica del suelo que se retirará del predio.

Para tal efecto, se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1. Se realizó la conversión de unidades utilizando el Sistema Internacional de Unidades 3:

Tabla IV.198. Reservorios de cos pesados espacialmente (Pg C)

Picogramo	Kilogramo	ton
126	0.000000000000126	0.000000000000000126
m²	**ha**	
1	0.0001	

3 Es un sistema constituido por siete unidades básicas: metro, kilogramo, segundo, kelvin, amperio, mol y candela, que definen a las correspondientes magnitudes físicas fundamentales y que han sido elegidas por convención.

Tabla IV.199. Densidad media del COS (kg/m²)

Kg	ton
4.7	0.0047
m^2	ha
1	0.0001

Paso 2. Se utilizó la siguiente formula cuyo resultado fue en toneladas de COS en la 4.9302 hectárea (selva baja caducifolia).

COS= (0.000000000000000126 ton x 4.9302 ha/0.001 ha) + (0.0022 x 4.9302 ha / 0.0001 ha)

Paso 3. Se presentan en la siguiente tabla os resultados obtenidos al aplicar el modelo publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en el documento "CAPTURA DE CARBONO EN LOS SUELOS PARA UN MEJOR MANEJO DE LA TIERRA en el año 2002".

Tabla IV.200. Existencias de carbono orgánico del suelo (COS) en el área de CUSTF (kg/m²)

Zona Agroclimática	Reservorios de COS pesados espacialmente (Pg C) Profundidad 0.30 m	Densidad Media del COS (Kg/m²) Profundidad 0.30 m	Total de COS (kg/m²)
Trópico, seco	0.0000000000062	0.000000000000126	kg

Tabla IV.201. Total, de existencias de carbono orgánico del suelo (COS) en el área de CUSTF (ton/ha)

Zona Agroclimática	Reservorios de COS pesados espacialmente (ton C/ha) Profundidad 0.30 m	Densidad Media del COS (ton/ha) Profundidad 0.30 m	Total de COS (ton/4.9302 ha)
Continental templado	0.0000000000062	231.7194	231.7194

De acuerdo a los resultados obtenidos para el área de selva baja caducifolia = 4.9302 hectáreas se presenta la cantidad de 231.7194 toneladas (47.00 ton/ha) de carbono almacenado en el suelo para los 30 centímetros de suelo que se retirara por el derribo de la vegetación en las áreas de despalme del predio del terreno.

Balance de carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea (suelo) durante el CUSTF

I. Balance de carbono almacenado en la biomasa aérea durante el CUSTF

En este escenario el suelo quedará desnudo en la 4.9302 hectáreas (selva baja caducifolia) por la eliminación total de la vegetación afectando 1.174 toneladas de Carbono actualmente almacenado en la biomasa aérea.

II. Balance de carbono almacenado en la biomasa subterránea (suelo) durante el CUSTF

En este escenario el suelo con contenido orgánico en los 30 centímetros de profundidad será retirado en la 4.9302 hectáreas (selva baja caducifolia) por las actividades de despalme afectando 231.7194 toneladas de Carbono actualmente almacenado en la biomasa subterránea (suelo).

Balance de carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea (suelo) con las medidas de mitigación

I. Medidas de mitigación para carbono almacenado en la biomasa aérea con medidas de mitigación

1. Reforestación, Rescate y reubicación de flora

Las actividades de “reforestación y rescate y reubicación de flora del área de CUSTF” es una medida multipropósito, dado que su función será:

No Comprometer la Biodiversidad de la comunidad vegetal de matorral submontano;

Fungir como medida complementaria para prevenir la erosión del suelo y promover la infiltración del agua y;

No comprometer la capacidad de almacenamiento de carbono, lo anterior por el derribo de la vegetación.

Reforestación con especies nativas

Así que, se reforestará con especies nativas en una cantidad de 2400 plantas de 0.3 metros en promedio, lo que permitirá capturar carbono aéreo la cantidad de **2.8320** toneladas en un periodo de 5 años, estimado por la combinación de las condiciones que proporcionarán las obras de conservación de suelo y agua y mantenimiento constante, lo que contribuirá en el crecimiento de las plantas de forma exponencial.

La estimación del crecimiento de las especies arbóreas se realizó de acuerdo a los resultados obtenido por Pineda-Herrera, Elizandro, Manzano-Méndez, Filemón, Valdez-Hernández, Juan Ignacio, & Beltrán-Rodríguez, Leonardo Alejandro. (2018) en su documento “Crecimiento diamétrico de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México (Revista Forestal Mesoamericana Kurú , 15 (37), 25-33. https://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v15i37.3600”), en cuyo trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1) medir el crecimiento en diámetro de las especies reforestadas en cinco categorías diamétricas, tres condiciones de incidencia de luz en la copa y compararlas entre sí y

2) correlacionar precipitación y temperatura promedio del área de estudio con el crecimiento en diámetro por categoría diamétrica e incidencia de luz sobre la copa.

A cada árbol se les colocará una banda dendrométrica a una altura de 1,30 m (DAP) sobre el nivel del suelo (Catellino et al., 1986; López-Ayala et al., 2006) y se le agrupó en cinco categorías diamétricas de cinco centímetros de amplitud: 2,5 -7,49 (categoría 5), 12,5 cm-17,49 cm (categoría 15), 17,5 cm - 22,49 cm (categoría 20), 22,5 cm - 27,49 cm (categoría 25) y 27,5 cm - 32,49 cm (categoría 30) (López-Ayala et al., 2006). Las visitas de medición del crecimiento se realizarán cada dos meses, que incluya una temporada de lluvias y una de secas, indicadas para contrastar los patrones de incremento respecto a la estacionalidad del clima.

En tanto las especies suculentas en su caso se estimó de acuerdo a López Collado, Catalino Jorge, Malpica Vázquez, Alín, López Collado, José, García Pérez, Eliseo, & Sol Sánchez, Ángel. (2013) en su estudio "Crecimiento de Opuntia ficus-indica (L.) Mill. en la zona central de Veracruz. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(spe5), 1005-1014. Recuperado en 16 de enero de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-93420130009000012&lng=es&tlng=es", cuyo objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento de cuatro variedades de nopal (Opuntia ficus-indica) (L.) Mill.: nopal de verdura (ndv), nopal de tuna verde (ntv), nopal de tuna roja (ntr) y nopal de tuna sin semilla (ntss) en la comunidad de Angostillo, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. Se realizó un experimento con un diseño en bloques al azar, con cinco repeticiones aleatorizadas, y cuatro tratamientos, correspondientes a las cuatro variedades de nopales.

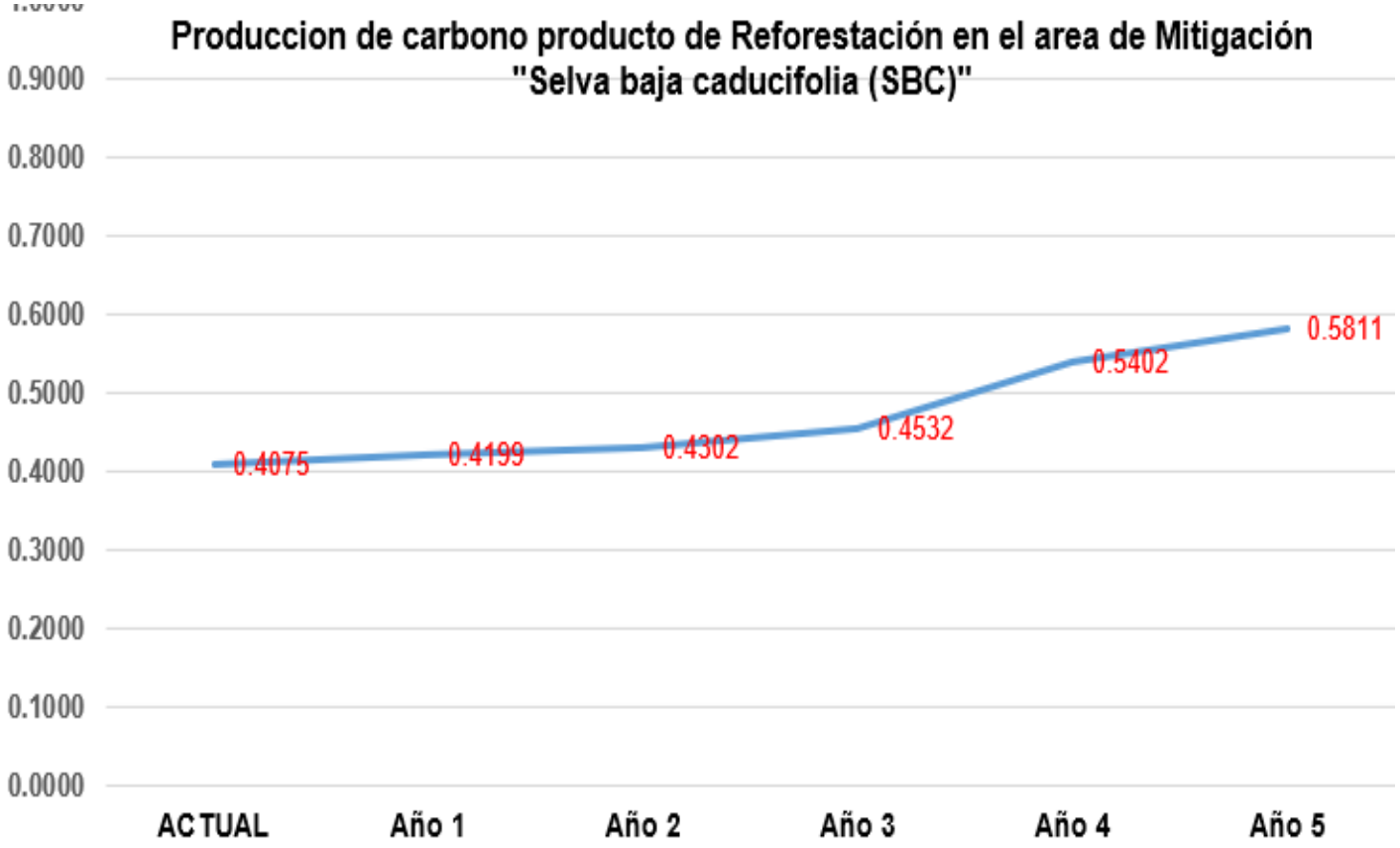
Se midió el crecimiento en longitud, ancho y grosor de cladodios en su caso. El análisis estadístico se hizo en SAS versión 9.1. Se determinó el porcentaje de brotación de cladodios y el color de la planta mediante la tabla de colores Munsell para vegetales. Se encontraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) entre variedades en longitud, ancho y grosor de cladodios.

El promedio de longitud de cladodio para ntv fue 6.82 cm, ndv 6.66 cm, ntr 7.78 cm, ntss 6.03 cm. En ancho de cladodio el ntv fue de 1.4 cm, ndv 1.6 cm, ntr 1.8 cm, ntss 3.4 cm. En grosor, el ntv tuvo en promedio 0.3 cm, ndv 0.3 cm, ntr 0.5 cm, ntss 0.3 cm. Todas presentaron brotes, la variedad ndv fue la que presentó un mayor valor 43.5 %. El color resultó para ntv 5GY 5/8, ndv 7.5GY6/2, ntr 7.5GY5/4 y ntss 2.5GY6/8.

Tabla IV.202. Estimación de carbono almacenado de las especies producto de las actividades de Reforestación en el área de mitigación

NO	Nombre Científico	Nombre Común	No. De individuos	CCC actual	CCC Año 1	CCC Año 2	CCC Año 3	CCC Año 4	CCC Año 5
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	240	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000013	0.000017
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	240	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000013	0.000017
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	240	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000003
4	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	240	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000003
5	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	240	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000013	0.000017
6	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	240	0.400604	0.400636	0.400652	0.400674	0.400910	0.401050

NO	Nombre Científico	Nombre Común	No. De individuos	CCC actual	CCC Año 1	CCC Año 2	CCC Año 3	CCC Año 4	CCC Año 5
7	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	240	0.000561	0.002083	0.003553	0.007189	0.023066	0.031176
8	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	240	0.005183	0.012993	0.018882	0.030939	0.070008	0.086458
9	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	240	0.000561	0.002083	0.003553	0.007189	0.023066	0.031176
10	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	240	0.000561	0.002083	0.003553	0.007189	0.023066	0.031176
		Total	**2400**	**0.4075**	**0.4199**	**0.4302**	**0.4532**	**0.5402**	**0.5811**



Grafica IV.81. Estimación de la captura de carbono de la biomasa aérea aportada por el Programa de Reforestación en el área de mitigación

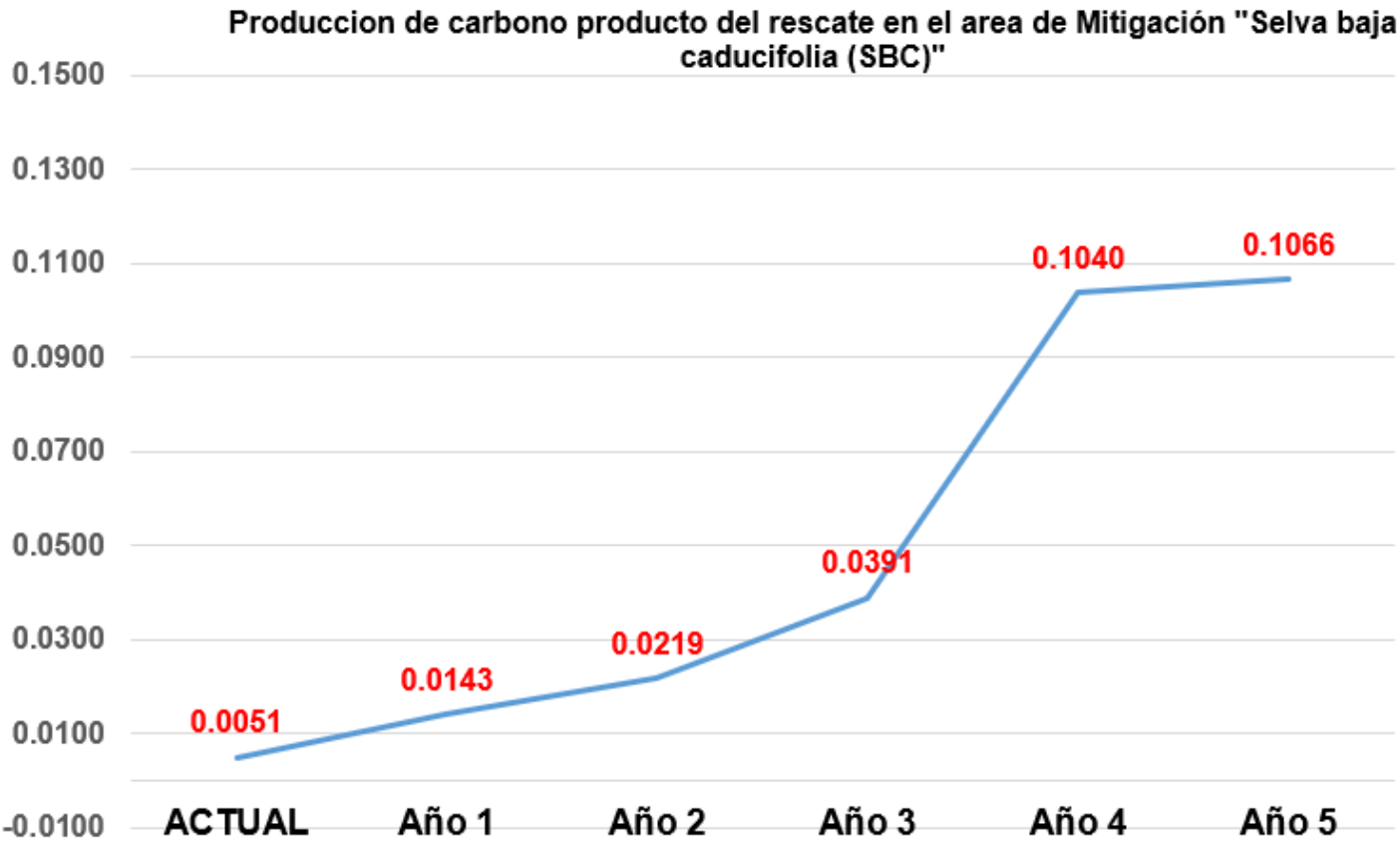
Rescate y reubicación de flora

Con respecto a la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación, se rescatará para la selva baja caducifolia la cantidad de 1247 plantas de 07 especies diferentes cuyo mínimo será de 0.5 metros y hasta 1.0 metros de alto y se reubicarán en el área de mitigación, logrando capturar carbono aéreo la cantidad de 0.2909 toneladas en un periodo de 5 años, de acuerdo a los resultados obtenido por Pineda-Herrera, Elizandro, Manzano-Méndez, Filemón, Valdez-Hernández, Juan Ignacio, & Beltrán-Rodríguez, Leonardo Alejandro. (2018) para especies similares.

En la tabla IV.203 se presenta el listado de las especies y número de individuos por especie y en la gráfica IV.82 la proyección del crecimiento en el periodo de 5 años.

Tabla IV.203. Estimación de carbono almacenado de las especies producto del rescate y reubicación.

NO	Nombre Común	Nombre Científico	No. De individuos	CCC actual	CCC Año 1	CCC Año 2	CCC Año 3	CCC Año 4	CCC Año 5
1	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	498	0.000017	0.000092	0.000131	0.000209	0.000455	0.000464
2	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	158	0.000096	0.000206	0.00029	0.000458	0.00091	0.000928
3	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	138	0.000194	0.000169	0.000242	0.000388	0.000836	0.000852
4	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	197	0.000025	0.000783	0.001128	0.001819	0.00416	0.004245
5	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	59	0.000015	0.002801	0.004037	0.00651	0.014886	0.015188
6	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	59	0.000086	0.003478	0.004961	0.007895	0.017634	0.017982
7	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	138	0.001254	0.019586	0.027944	0.044463	0.099317	0.101277
		Total	**1247**	**0.0021**	**0.0336**	**0.048**	**0.0765**	**0.1712**	**0.1746**



Grafica IV.83. Estimación de la captura de carbono de la biomasa aérea por las especies producto del rescate y reubicación en el área de mitigación.

2. Picado y esparcido de residuos vegetales producto del desmonte.

Del volumen total de la selva baja caducifolia que es de **12.0715** m³ VTA (tabla IV.204) estimado para la 4.9302 hectáreas, aportan un volumen de carbono almacenado de 1.174 toneladas, de esta cantidad, se picará y esparcirá en el área de mitigación un volumen de biomasa, más el producto de restante permanecerá 2.8320 toneladas de biomasa (reforestación), el carbono en la biomasa aérea y que corresponde al rescate y reubicación de plantas de las 7 especies, hasta alcanzar su máximo potencial estimado en 0.2909 toneladas en 5 años estimados, más el carbono almacenado en la biomasa aérea del área de mitigación (Esparcido de residuos producto del desmonte), dando un total de 1.1713 toneladas, dando una sumatoria total de estas 3 estimaciones de **4.2942** toneladas, las

cuales son superior a los **1.174** toneladas de carbono que se estaría comprometiendo por las actividades de CUSTF.

Tabla IV.204. Carbono de la biomasa aérea actual en el área de CUSTF.

NO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND /HA	VOL. TOTAL/HA M³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M³ VTA CUSTF (1 ha)	Factor de densidad	Factor C02	CCC
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	320	0.2054	1.0127	0.22	0.45	0.1003
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	168	0.2003	0.9876	0.22	0.45	0.0978
3	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	60	0.0009	0.0047	0.22	0.45	0.0005
4	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	32	0.0042	0.0209	0.22	0.45	0.0021
5	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	432	0.4159	2.0506	0.22	0.45	0.2030
6	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	40	0.7704	3.7983	0.22	0.45	0.3760
7	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	172	0.2398	1.1822	0.22	0.45	0.1170
8	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	4	0.0003	0.0015	0.22	0.45	0.0001
9	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	852	0.0012	0.006	0.22	0.45	0.0006
10	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	0.0389	0.1916	0.22	0.45	0.0190
11	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	220	0.00004	0.0002	0.22	0.45	0.0000
12	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	44	0.2926	1.4426	0.22	0.45	0.1428
13	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	68	0.0321	0.1583	0.22	0.45	0.0157
14	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	12	0.00002	0.0001	0.22	0.45	0.0000
15	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	12	0.0001	0.0003	0.22	0.45	0.0000
16	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	36	0.0003	0.0013	0.22	0.45	0.0001
17	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	12	0.00003	0.0002	0.22	0.45	0.0000
18	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	352	0.1838	0.9063	0.22	0.45	0.0897
19	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	168	0.0038	0.0188	0.22	0.45	0.0019
20	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	28	0.0001	0.0004	0.22	0.45	0.0000
21	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	40	0.0001	0.0006	0.22	0.45	0.0001
22	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	552	0.0429	0.2115	0.22	0.45	0.0000
23	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	28	0.0001	0.0004	0.22	0.45	0.0000
24	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	40	0.0151	0.0744	0.22	0.45	0.0074
	TOTAL		**3700**	**2.44839**	**12.0715**	**5.280**	**10.800**	**1.174**

Tabla IV.205. Carbono de la biomasa aérea a incorporar en el área de mitigación producto del picado y esparcido de material vegetal.

NO	Nombre Común	Nombre Científico	Vol biomasa m³/1 ha	CCC a incorporar VOL. M³ VTA
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	1.0127	0.10026
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	0.9876	0.09777
3	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	0.0047	0.00046
4	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	0.0209	0.00180
5	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	2.0506	0.19923
6	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	3.7983	0.37566
7	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	1.1822	0.11667
8	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	0.0015	0.00015
9	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	0.006	0.00032
10	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	0.1916	0.01897
11	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	0.0002	0.00002
12	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	1.4426	0.14282
13	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	0.1583	0.01567
14	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	0.0001	0.00001
15	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	0.0003	0.00003
16	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	0.0013	0.00013
17	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	0.0002	0.00002
18	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	0.9063	0.08972
19	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	0.0188	0.00186
20	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	0.0004	0.00004
21	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	0.0006	0.00004
22	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	0.2115	0.00230
23	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	0.0004	0.00004
24	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	0.0744	0.00737
		Total	**12.0715**	**1.1713**

Tabla IV.206. Carbono de la biomasa aérea que permanecerá en el área de mitigación derivado del rescate y reubicación de flora.

NO	Nombre Común	Nombre Científico	No. De individuos	CCC actual	CCC Año 1	CCC Año 2	CCC Año 3	CCC Año 4	CCC Año 5
1	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	498	0.000017	0.000092	0.000131	0.000209	0.000455	0.000464
2	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	158	0.000096	0.000206	0.00029	0.000458	0.00091	0.000928
3	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	138	0.000194	0.000169	0.000242	0.000388	0.000836	0.000852
4	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	197	0.000025	0.000783	0.001128	0.001819	0.00416	0.004245
5	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	59	0.000015	0.002801	0.004037	0.00651	0.014886	0.015188
6	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	59	0.000086	0.003478	0.004961	0.007895	0.017634	0.017982
7	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	138	0.001254	0.019586	0.027944	0.044463	0.099317	0.101277
		Total	**1247**	**0.0021**	**0.0336**	**0.048**	**0.0765**	**0.1712**	**0.1746**

Se estima que la vegetación del área que será intervenida por la construcción del proyecto en estudio, presenta un potencial de captura de carbono de 1.174 ton para la 4.9302 ha de selva baja caducifolia, por las 4.9302 ha de CUSTF totales.

Con lo anterior se demuestra que, con la aplicación de las actividades de Reforestación aportará en 5 años la cantidad de **2.8320** toneladas de carbono, mientras que del producto de rescate y reubicación aportará la cantidad de **0.2909** toneladas, más las **1.1713** toneladas de carbono incorporado por el picado y dispersión del material vegetal del CUSTF, dando una sumatoria total de estas 3 estimaciones de **4.2942** toneladas, las cuales son superior a los **1.174** toneladas de carbono que se estaría comprometiendo por las actividades de CUSTF, por lo que, la capacidad de almacenamiento de carbono aéreo se mitiga por la remoción de la vegetación.

II. Medidas de mitigación para carbono almacenado en la biomasa subterránea con medidas de mitigación

1. Dispersión de suelo orgánico

En el área contigua a la zona de maniobras y obra civil de la selva baja caducifolia, se realizará, el acomodo del volumen de suelo aproximado de 14,790.60 metros cúbicos de material producto del despalme del área de CUSTF, con la finalidad de incorporar las 231.72 toneladas de carbono actualmente almacenado en el suelo.

Tabla IV.207. Volumen de suelo orgánico retirado del área de CUSTF y acomodado en el área de mitigación.

Polígono	Superficie en m^2	Despalme en m	Volumen de suelo en m^3	Total de COS (ton/4.9302 ha)
Varios	49,302.0	0.3	14,790.60	231.72
		Total	**14,790.60**	**231.72**

Con lo anterior se demuestra que, con la dispersión del suelo orgánico de la selva baja caducifolia con 14,790.60 metros cúbicos de material producto del despalme del área de CUSTF aportará la cantidad de 231.72 toneladas de carbono en áreas contiguas al predio solicitado para el CUSTF, por lo que, la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo se mitiga por la remoción de la vegetación.

Estimación económica por captura de carbono

De acuerdo con las estimaciones realizadas la cantidad de carbono que se dejaría de captar de manera potencial en la selva baja caducifolia es de **232.893** toneladas en la superficie de CUSTF (Carbono atmosférico de **1.174** ton y orgánico de **231.719** ton).

El impuesto al carbono en México fue aprobado en la Reforma Fiscal presentada en la administración en 2013 y aplicado desde enero de 2014. México no contaba con impuestos verdes como instrumento de gestión ambiental, este impuesto se encuentra dentro de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, dicha información se encuentra disponible en el sitio: http://www.mexico2.com.mx/uploadsmexico/file/artimpuestofinal.pdf

De acuerdo con información disponible en el documento, el impuesto especial sobre producción y servicios para combustibles fósiles tuvo un valor de $43.77 pesos por tonelada de carbono en el año 2017 en nuestro país, mientras que en el Acuerdo por el que se actualizan las cuotas que se especifican en materia del impuesto especial sobre producción y servicios publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2019, la cuota aplicable es de $50.32 pesos.

Tomando en cuenta dicho monto, en las **232.893** toneladas de carbono de la superficie de CUSTF totales la estimación económica es de $ **11,719.196** pesos como se detalla en la tabla siguiente. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 234,383.92 pesos** M.N. (doscientos treinta y cuatro mil trescientos ochenta y tres pesos 92/100 M.N.).

Tabla IV.208. Estimación económica del carbono del área de CUSTF.

Precio tonelada de carbono en pesos	Carbono que se dejaría de captar en la biomasa aérea en Toneladas	Carbono que se dejaría de captar en la biomasa subterránea en Toneladas	Estimación Total en pesos
50.32	1.174	231.719	**11,719.196**

Para hacer la determinación del grado de afectación a este servicio ambiental que generará el proyecto, es necesario conocer el valor de captura de carbono en este ecosistema: selva baja caducifolia en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal) en estudio. De acuerdo con estimaciones de hechas en este estudio se estima el potencial de captura de carbono en este ecosistema de selva baja caducifolia de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal) es de **232.893** toneladas por hectárea para la selva baja caducifolia en la unidad de análisis (cuenca) en estudio.

Por lo que para la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal) cuenta con una superficie forestal de vegetación de: selva baja caducifolia (SBC) de **5,480.0** ha, lo que se estima una captura de carbono de aproximadamente de **258,864.47** toneladas de Carbono al año dentro de la cuenca hidrológica forestal. Por lo que al hacer la relación con la cantidad de carbono que se almacena en los predios a CUSTF, al realizar el cambio de uso de suelo se estarán dejando de capturar **232.893** toneladas en la 4.9302 ha CUSTF de la selva baja

caducifolia toneladas de CO2, lo que representa el **0.89%** dentro de la unidad de análisis o cuenca hidrológica forestal.

De esta manera, podemos decir que el grado de afectación a este servicio ambiental es mínimo. Por tal razón podemos asegurar que este servicio ambiental se demuestra que la capacidad de almacenamiento de carbono se va a mitigar por las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Captura de contaminantes y componentes naturales

De acuerdo con el INE (2007), la calidad del aire es un elemento esencial para la salud y bienestar humano y de los ecosistemas. Diversos fenómenos naturales, tales como el vulcanismo y los incendios forestales o la erosión ocasionada por el viento, alteran dicha calidad al introducir un variado número de contaminantes. Pero la dimensión de esta contribución a la contaminación severa del aire que caracteriza, sobre todo, a las áreas urbanas altamente industrializadas y con una gran densidad vehicular, es menor en general comparada con la contribución de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales, agrícolas o de otra índole. El servicio ambiental que prestan las zonas arboladas es la captura y absorción de estos contaminantes y partículas suspendidas como polvos a través del follaje. Para evaluar el grado de contaminación atmosférica, se han determinado escalas definidas a partir de los estándares internacionales establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y de estudios toxicológicos, epidemiológicos y de experimentos controlados que se han realizado principalmente en el extranjero. Las concentraciones que se miden de los distintos contaminantes atmosféricos se expresan a través del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Como se menciona anteriormente, los contaminantes emitidos por fenómenos naturales y aquellos producidos por las actividades humanas son mayores en áreas urbanas y se miden a través del IMECA. Dado que el área sujeta a CUSTF se localiza fuera de zonas industriales y no se presentan problemas críticos con la calidad del aire y no se cuentan con estaciones de monitoreo en la región que permitan tener un parámetro de la calidad actual. Sin embargo, señalamos que, por la naturaleza de la obra, el proceso de extracción y aprovechamiento no es considerado una fuente de emisiones de partículas, que pudieran en su caso, modificar los componentes naturales o incrementar la concentración de contaminantes en la atmósfera. Por otra parte, al ubicarse la obra en una zona rural, la funcionalidad de la vegetación en cuanto a la captación de contaminantes es prácticamente

imperceptible. De tal manera que se expresa que el desarrollo de la obra No compromete a este servicio ambiental.

3. GENERACIÓN DE OXIGENO

La generación de oxígeno se basa primordialmente en el proceso de fotosíntesis que realiza la vegetación que compone a los ecosistemas, mediante el cual captan el bióxido de carbono de la atmósfera proveniente de fábricas, automóviles, aviones y muchas otras actividades humanas; para así obtener como producto secundario la liberación de oxígeno. Como parte del proceso de fotosíntesis, la captación de carbono viene asociado con la liberación de oxígeno, dado que en la atmósfera el carbono se encuentra asociado al oxígeno como bióxido de carbono, lo que significa que por cada tonelada de carbono que se captura, se estima que las áreas boscosas con una cubierta mayor al 50%. (Carbal Herrera, 2009).

Para calcular la producción de oxígeno, se realizó a partir del carbono captado basado en su peso atómico (NOWAK et al., 2007), siguiendo la metodología establecida en la tesis "Secuestro de Co2 y Producción de Oxígeno en Árboles Urbanos de la Av. Abelardo Quiñones-Distrito San Juan Bautista, Loreto-Perú", disponible en http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4694/Kelvin_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

O2(neto) = CT * Fc

Dónde:
O2= Producción de Oxígeno en toneladas (t);
Ct= Carbono secuestrado en toneladas;
Fc= Factor de conversión a O2 (0.0266) resultante del O2 (neto) =CT x Fc 22 cociente O2/C. Peso atómico del carbono=12,001115, Peso atómico del Oxígeno= 15,9994 x 2=31,9988

Aplicando el procedimiento citado:

Tabla IV.209. Cuantificación del servicio ambiental: generación de oxígeno CUSTF

Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (ha) CUSTF	Carbono secuestrado (Ct/ha)	Fc= Factor de conversión a O2	O2= Producción de Oxígeno en toneladas (t)
Selva Baja Caducifolia (SBC)	4.9302	1.174	0.0266	0.0312
TOTAL	**4.9302**	**1.174**		**0.0312**

La estimación del oxígeno que se dejaría de captar es de 0.0312 toneladas.

Grado de afectación

Haciendo la comparación del servicio que se va a afectar en el predio sujeto a CUSTF respecto a lo que se tiene en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) cuenta con una superficie forestal de vegetación de selva baja caducifolia de **5,480.0 ha**, lo que se estima en **34.68 toneladas** de oxígeno por año. De acuerdo a la información presentada anteriormente se tiene que el grado de afectación al servicio ambiental respecto al servicio ambiental proporcionado por la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) en la obra en estudio equivale a un **0.089%** respecto a la generación total de oxígeno en la unidad de análisis donde se encuentra parte de la obra del proyecto, por lo que se considera que el grado de afectación es muy bajo.

Sin embargo, considerando las medidas de mitigación que se proponen para la zona, la reducción de los impactos en la misma, se tiende a disminuir este impacto sobre la generación de oxígeno. Cabe señalar que durante las actividades para el cambio de uso de suelo en las superficies solicitadas dentro de la cuenca o unidad de análisis, el consumo de combustibles fósiles no renovables (hidrocarburos) no será abundante ni prolongado, además de que no se generarán emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera que dañen a la capa de ozono. Por lo tanto no contribuye en este sentido con el cambio climático y no perjudica la calidad y cantidad del oxígeno generado, y después del establecimiento de la LT está solo cumplen la función de transformar la energía, sin producir ningún daño a la atmosfera.

Estimación económica del servicio ambiental "Generación de Oxígeno"

Realizando la conversión de toneladas a litros, la equivalencia de una tonelada es de 795 litros de oxígeno de acuerdo con el sitio:

http://www.academia.edu/6310430/TABLAS_DE_CONVERSI%C3%93N_PARA_GASES_O_X_%C3%8D_G_E_N_O_PESO_GAS_VOLUMEN_LIBRAS_KILOGRAMOS_PIES_C%C3%9ABICOS_METROS_C%C3%9ABICOS_GALONES_LITROS_lb_kg_pie_A_R_G_%C3%93_N_PESO_GAS_VOLUMEN_LIBRAS_KILOGRAMOS_PIES_C%C3%9ABICOS_METROS_C%C3%9ABICOS_GALONES_LITROS_lb_kg_pie_3_m_3.

De acuerdo con la equivalencia citada, las 0.0312 toneladas equivalen a 24.827 litros. El precio del litro de oxígeno en la cadena Walmart es de 3,199 por un tanque de 680 litros, es decir, 4.7 pesos por litro de acuerdo con https://canitas.mx/productos/tanque-de-oxigeno-portatil/

Tomando como referencia dicho monto, en los 24.827 litros/año de oxígeno de la superficie de CUSTF la estimación económica es de $ 116.68 pesos/año como se detalla en la tabla IV.210.

Tabla IV.210. Estimación económica del oxígeno del área de CUSTF.

Precio litro de oxígeno	Litros de oxígeno que se dejarían de captar / año	Estimación Total en pesos/año	Periodo en el que se estima obtener los mismos servicios ambientales (años)	Valor económico de la afectación por el CUSTF pesos M.N.
4.7	24.827	116.68	20	2,333.70

Realizando una proyección a 20 años para obtener la misma cantidad y calidad de este servicio ambiental, el valor económico total sería de $**2,333.70** pesos M.N. (dos mil trescientos treinta y tres pesos 70/100 M.N.) por este concepto.

4. AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES

Las áreas arboladas contribuyen de manera importante para amortiguar el impacto de los desastres o fenómenos naturales, ya que funcionan como esponjas absorbiendo y catalizando los efectos de dichos fenómenos (inundaciones, derrumbes, sequías, lluvias torrenciales, huracanes, etc.). Los desastres tienen un efecto negativo sobre las condiciones de vida de la población y en el desenvolvimiento productivo de las regiones en que ocurren. Las secuelas de los desastres se prolongan más allá del corto plazo y, con frecuencia, provocan cambios irreversibles tanto en las estructuras económicas y sociales como en el medio ambiente.

Los riesgos asociados a fenómenos atmosféricos tienen un elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad. Es por ello que se presenta a continuación una breve descripción de los eventos meteorológicos más relevantes para el Proyecto de acuerdo con la ubicación geográfica.

Los fenómenos perturbadores son el conjunto de acciones que pueden alterar el funcionamiento normal de los sistemas afectables y producir un estado de alto riesgo, siniestro o desastre.

Por su origen se dividen en cinco grupos:

- Químico – Tecnológicos
- Sanitario – Ecológicos
- Socio – Organizativos
- Astronómicos
- Geológicos
- Hidrometeorológicos

Éste último es el agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos como lo son:

- Sequias
- Inversión térmica
- Mareas
- Tormentas eléctricas

- Huracanes
- Granizadas
- Tormentas tropicales
- Lluvias torrenciales
- Inundaciones

En los últimos años, en el municipio de El Marqués, las inundaciones durante la temporada de lluvias, han impactado fuertemente a las personas y sus bienes, impidiendo que por un periodo de tiempo sus inmuebles puedan ser utilizados a causa de los daños que dicho agente provoca, por ello es necesario contar con infraestructura que permita refugiar temporalmente a este grupo de personas que pudiera verse afectado por un desastre. Según la Real Academia Española (RAE), un Refugio, es un asilo o edificio situado en determinado lugar para acoger a viajeros o excursionistas. Para el Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID), un Refugio Temporal, son aquellos requerimientos de protección física para las víctimas de un desastre que no tienen la posibilidad de acceso a facilidades de habitación normales. Para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), un Refugio Temporal, es aquella instalación Física, Permanente o Improvisada que tiene por objeto alojar y darles bienestar a las personas desalojadas o víctimas de un desastre, durante un corto tiempo. En colaboración con Coordinación Estatal de Protección Civil se llevó a cabo la revisión de inmuebles susceptibles a ser utilizados como refugios temporales, con la finalidad de verificar que cuenten con las medidas de seguridad y Protección Civil, que permitan que en caso de emergencia y al requerir desalojar población de sus viviendas, podamos ubicarlas en un lugar seguro mientras se controla se controla la situación y puedan regresar a sus domicilios.

Referente a la capacidad adaptativa se destacan los instrumentos para la gestión del riesgo y Protección civil, como principales apoyos. Los instrumentos para la gestión del riesgo contemplan acciones como la interpretación y uso y actualización del Atlas de Riesgo Municipal y mapa de riesgo por inundación, Tratamiento y/o reducción de desastres o emergencias y el Plan Municipal de Contingencia, mientras que las acciones por parte de Protección civil son el empleo y capacitación de las unidades municipales de protección civil, aumentar y mantener en óptimas condiciones el número de refugios temporales y finalmente la gestión de declaratoria de desastre la cual es un requisito indispensable para que las entidades federativas accedan a los recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), y así puedan iniciar con la reconstrucción de los daños ocasionados por el fenómeno natural.

En cuanto a la capacidad adaptativa ante eventos de esta índole se mencionan los instrumentos para la gestión del riesgo ya que estos son importantes porque consideran la formulación de planes y programas dirigidos a implementar medidas de prevención y respuesta ante posibles desastres; de los instrumentos como el Atlas de Riesgo Municipal y mapa de riesgo por deslaves los cuales son una herramienta que apoyo en la gestión del riesgo, al identificar las zonas susceptibles a deslaves y la afectación a la población, y también el tratamiento y/o reducción de desastres o emergencias, se trata de acciones de prevención derivadas del Programa de Protección Civil, con las que cuentan las administraciones públicas municipales y alcaldías, y finalmente el Plan Municipal de Contingencia el cual es un instrumento de planeación con el que disponen las autoridades Municipales de Protección Civil para dar una respuesta.

Las principales amenazas a su estabilidad son la fragmentación del hábitat causada por el cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero, vías de comunicación y desarrollo urbano, la actividad ganadera ha llevado a cabo la introducción diversos pastos exóticos, principalmente de origen africano y asiático los cuales son utilizados en los sitios de alimentación del ganado. Resulta importante considerar que el estado actual de la biodiversidad y de los ecosistemas del espacio geográfico manifiesta un impacto bajo de origen antropogénico, siendo principalmente la actividad agropecuaria acumulada a lo largo de varios años, lo cual concuerda con la tendencia registrada para nuestro país. La actividad humana se manifiesta como el factor principal en el desarrollo de esta tendencia de cambio, pero enmascara la complejidad real de muchos de los procesos conducentes al deterioro ambiental, los cuales van desde el interés propio de un individuo o de un grupo de individuos de sobreexplotar algunos recursos (bosques, suelo, agua), hasta el cambio de uso de suelo para actividades ilícitas, lo cual es característico en esta región del país.

Las principales amenazas a su estabilidad son la fragmentación del hábitat causada por el cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero, vías de comunicación y desarrollo urbano, la actividad ganadera ha llevado a cabo la introducción diversos pastos exóticos, principalmente de origen africano y asiático los cuales son utilizados en los sitios de alimentación del ganado. Resulta importante considerar que el estado actual de la biodiversidad y de los ecosistemas del espacio geográfico manifiesta un impacto bajo de origen antropogénico, siendo principalmente la actividad agropecuaria acumulada a lo largo de varios años, lo cual concuerda con la tendencia registrada para nuestro país. La actividad humana se manifiesta como el factor principal en el desarrollo de esta tendencia de cambio, pero enmascara la complejidad real de muchos de los procesos conducentes al deterioro ambiental, los cuales van desde el interés propio de un individuo o de un grupo

de individuos de sobreexplotar algunos recursos (bosques, suelo, agua), hasta el cambio de uso de suelo para actividades ilícitas, lo cual es característico en esta región del país.

Dentro de las diferentes contingencias, las de origen hidrometeorológico junto con las de origen químico son las que más daños generan a la población, las de mayor importancia por su periodicidad son las sequías y las bajas temperaturas y en menor escala las tormentas severas y granizadas. Debido a la posición geográfica del área de estudio, así como al tipo de clima no se presentan con frecuencia fenómenos meteorológicos como huracanes o tormentas tropicales, ocasionalmente se pueden presentar tormentas eléctricas, las cuales coinciden con la época de lluvias.

Para el área de influencia del proyecto se considera que hay un nivel bajo de inundación, aunque una parte de la LT se localizan en las partes planas de valles y reciben agua de escurrimientos provenientes de la sierra, y los cerros contiguos, el agua que llega a los valles fluye rápidamente, debido a la diferencia en altitud y al material geológico del área. Los eventos hidrometeorológicos naturales como lluvias muy intensas, inundaciones y otros fenómenos relevantes. Las zonas de mayor riesgo, sobre todo de erosión hídrica se encuentran en sierras y laderas convexas y abruptas, como las que se presentan al suroeste del municipio de Huimilpan.

El área en proyecto se encuentra enclavada dentro de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, específicamente en la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo". La **Región fisiográfica Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico**, es una provincia que se encuentra ubicada en el centro del territorio mexicano; Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continua hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° latitud Norte, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud. Políticamente abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

La geología en la zona de estudio presenta la distribución espacial de los diferentes periodos y unidades litológicas siendo de tipo ígneo extrusivo y sedimentario, en la que predomina la cubierta por depósitos aluviales sobre la llanura que cubre casi toda la zona

en centro y sur de la zona de estudio; esta zona tiene la característica de contener un alto nivel de arcillas, lo que provoca poca permeabilidad.

En secciones de la zona central del área de estudio afloran cuerpos de basalto, siendo una roca de grano fino rico en magnesio y fierro, la cual tiene la característica de ser totalmente impermeable, aunque no es aconsejable para ciertas obras hidráulicas debido a su excesiva fracturación, de la misma forma por su dureza es difícil construir sobre él.

Por ello para el área donde se construirá la obra del proyecto y dentro del área de análisis, NO se tiene registrada la presencia de fenómenos naturales, especialmente hidrometeorológicos, el efecto directo del impacto de huracanes o tormentas tropicales representan el mayor riesgo por las inundaciones que pueden llegar a presentarse después de una lluvia extraordinaria, no obstante el riesgo de inundación está regido principalmente por la deforestación sino por la topografía, por lo que el **grado de afectación al servicio ambiental es nulo.**

A pesar de lo antes descrito, a continuación, se señalan las medidas de mitigación a implementar a fin de minimizar el posible impacto a este servicio ambiental. Esto mediante la implementación de obras de conservación de suelos y agua en la superficie sonde se realizará el CUSTF:

- Se plantea la construcción de 18.5 fajitas o cordones con ramas o vegetación muerta a curvas de nivel y se lograra retener de 222.00 toneladas. Estos se establecerán en las zonas del ecosistema forestal afectada en la obra del proyecto en estudio principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. Establecimiento de 7.0 zanjas bordo para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se a un costado donde se efectuará el CUSTF.

5. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

De acuerdo con CONAFOR (2012), el clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, océanos, capas de hielo y nieve, los continentes y muy importante, la vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas forestales, (figura IV.21).

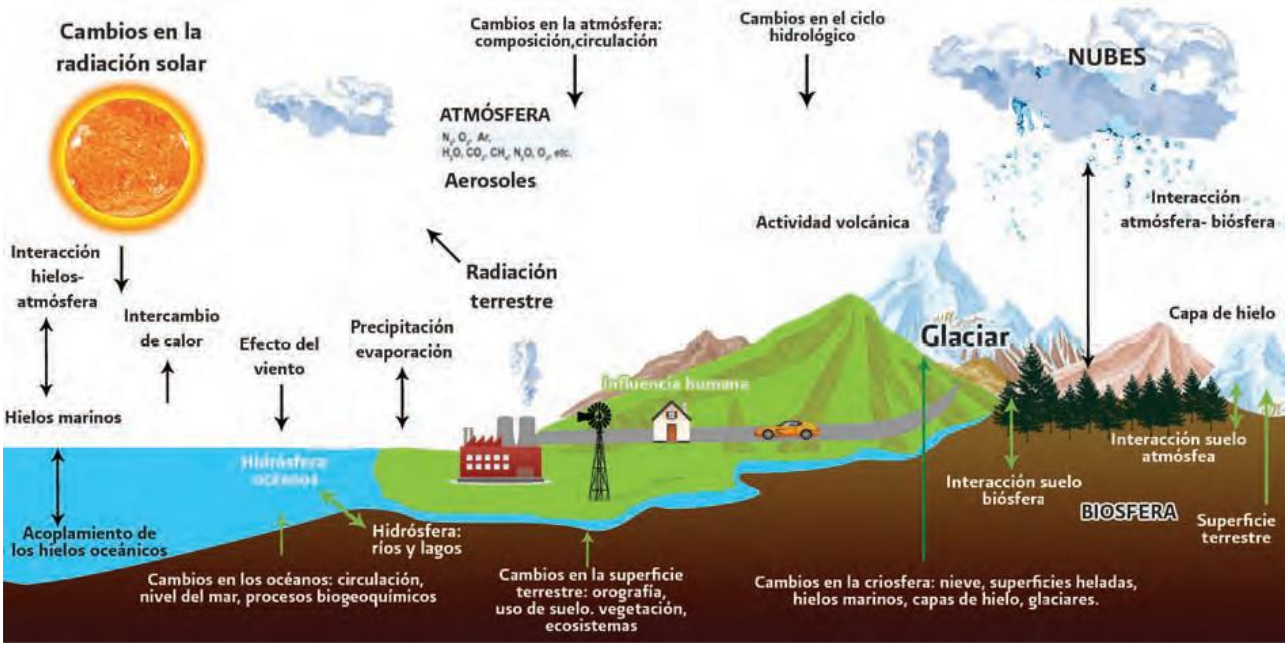


Figura IV.21. Interacciones de los componentes del sistema climático global (fuente IPCC, 2001, tomado de CONAFOR, 2012)

A diario se presentan variaciones en las condiciones del planeta, por lo que las condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento difieren. Sin embargo, a estas variaciones no les llamamos clima, sino “estado del tiempo”. La situación climática depende en gran medida del calentamiento de la Tierra y los océanos. El relieve y la temperatura también son determinantes y están directamente relacionados con el clima ya que de estos elementos depende la condensación de los vientos (CONAFOR, op. cit.). El clima en el planeta ha cambiado a lo largo de su historia, esta variación se ha originado a varios factores, entre los cuales destacan: erupciones volcánicas, los cambios en la órbita, el ángulo del eje de la Tierra y las variaciones en la composición de la atmósfera. El incremento en la generación de gases producidos por estas actividades se libera a la atmósfera y cambian su composición. Otro proceso que se ha acelerado desde ese periodo es la pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias del planeta con lo que se ha disminuido la

capacidad de remover gases efecto invernadero de la atmósfera y amortiguar la alteración climática.

Balance climatico

El balance climático para la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental) se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), citado en Velázquez, *et. al.* 1997, Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo; a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

- **Índice de calor:**

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

- **Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):**

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{\left(0.000000675*ICA^3 - 0.0000771*ICA^2 + 0.01792*ICA + 0.49239\right)}$$

Dónde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA =Índice de Calor Anual.

- **Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):**

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

- **Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):**

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. HA = 0 y PR < EP, entonces : MH=0
2. HA = 0, HA<10 y PR >EP, entonces: MH = PR – EP (hasta un máximo de 10 cm)
3. HA > 0 y PR < EP, entonces: MH = EP-PR (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

- **Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):**

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes.

Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

- **Demasía de agua en cm (DA):**

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el valor absoluto del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

- **Evapotranspiración real en cm (ER):**

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.
La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).
2. Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
3. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si PR < EP, ER = PR + MH.

- **Deficiencia de agua en cm (DE):**

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado la el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

- **Escurrimiento en cm (E):**

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Dónde:

DAN = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

- **Relación pluvial:**

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Dónde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

La utilidad de estos valores radica en facilitar el análisis directo de la relación entre los valores de la precipitación y la evapotranspiración. A continuación se explica esta relación:

CUANDO :	INDICA
RP = 0	PR = EP
RP > 0	PR > EP
RP < 0	PR < EP

- **Índice de humedad en % (IH):**

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100\ x\ DAA}{EPA}$$

Dónde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice de aridez en % (IA):**

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100\ x\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice pluvial en % (IP):**

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100\ DAA - 60\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

- **Concentración térmica en el verano en % (CT):**

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100\ x\ \sum EPN}{EPA}$$

Dónde:

EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

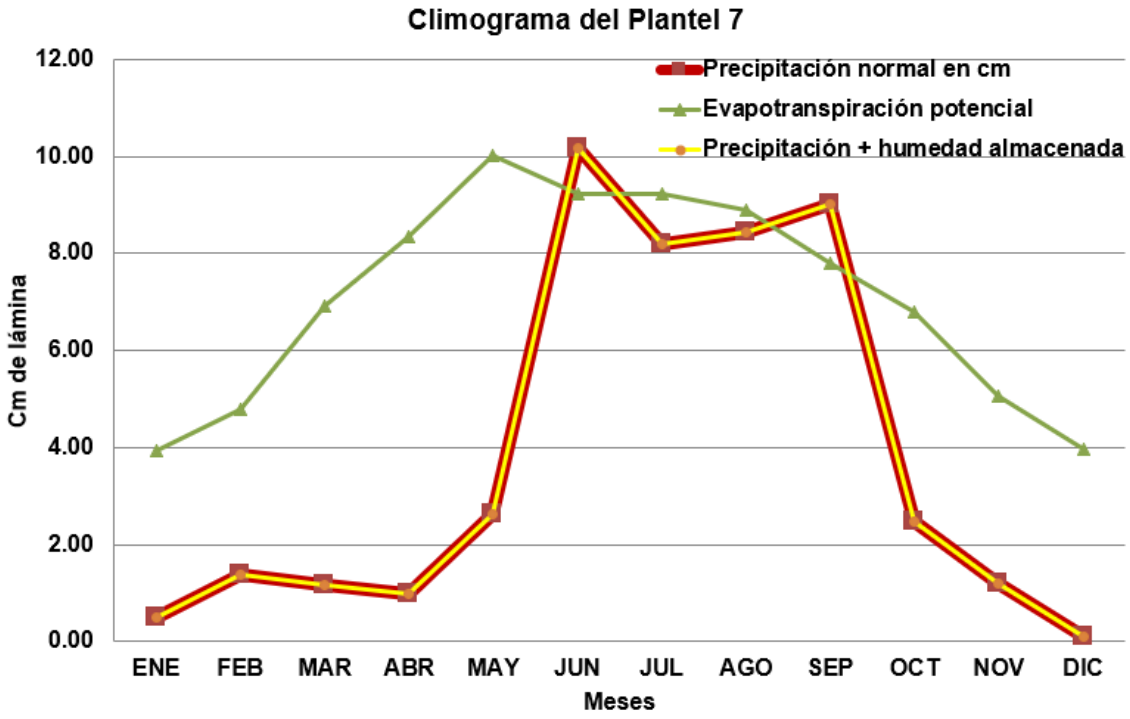
EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

La información, resultante de la aplicación de los modelos antes referidos, se presenta en la tabla IV.211.

Tabla IV.211. Balance climatico de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA EL PLANTEL 7															
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
Temperatura media normal	14.4	16.4	18.4	20	21.3	20.6	20.3	20.2	19.7	18.6	16.6	14.5	18.42	Temperatura media anual	TEA
Precipitación normal	4.8	13.7	11.7	9.9	26.2	101.8	82	84.2	90.2	24.6	12	1.1	462.20		
Precipitación normal en cm	0.48	1.37	1.17	0.99	2.62	10.18	8.20	8.42	9.02	2.46	1.20	0.11	46.22	Precipiración media total anual (Cm)	PARA
Índice de calor mensual (ICM)	4.96	6.04	7.19	8.16	8.97	8.53	8.34	8.28	7.97	7.31	6.15	5.01	86.92	índice de calor anual (promedio)	ICA
Evapotranspiración mensual sin corregir	4.20	5.38	6.71	7.86	8.87	8.32	8.09	8.02	7.64	6.85	5.51	4.25			
Factor de corrección 22 grados	0.94	0.89	1.03	1.06	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	0.99	0.92	0.93			
Evapotranspiración corregida (Tabla del documento)	3.95	4.79	6.91	8.34	10.02	9.24	9.22	8.90	7.79	6.78	5.07	3.96	84.95	Evapotranspiración potencial anual	EPA
Movimiento de Humedad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Humedad Almacenada	0.00	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00			
Demasía de Agua	0	0	0	0	0	0.9436	0	0	1.2269	0	0	0	2.1705	Demasia de agua anual	DAA
Evapotranspiración Real	0.48	1.37	1.17	0.99	2.62	9.24	8.20	8.42	7.79	2.46	1.20	0.11	44.05	Evaporación real anual	
Deficiencia de Humedad	3.47	3.42	5.74	7.35	7.40	0.00	1.02	0.48	0.00	4.32	3.87	3.85	40.90	Deficiencia de agua anual	DEA
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0.4718	0.2359	0	0.6135	0.307	0	0			
Relación pluvial	-0.878	-0.714	-0.831	-0.881	-0.739	0.1022	-0.111	-0.053585	0.1574	-0.637	-0.763	-0.972			

Índice de humedad	2.6	Ligeradamente húmedo	Evapotranspiración potencial anual	84.95	Cálido	Índice Pluvial -45.59 Tropical
Índice de Aridez	48.15	Gran deficiencia de agua invernal	Concentración térmica en el verano	72.86	Con baja concentración en el verano.	



Grafica IV.83. Balance climatico e hidrometereologico de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)).

Análisis de resultados

Al analizar los resultados de la tabla anterios y el climograma de la estación climatológica (22070 Plantel 7 (CONAGUA)), se puede hacer las siguientes inferencias:

- La Evapotranspiración supera a la Precipitación en los meses de febrero, marzo y abril; significa que toda el agua que se precipita se evapotranspira en los procesos naturales; por lo tanto el movimiento de agua es superficial, es decir, la cantidad de agua precipitada no es capaz de originar ecorrentías en estos meses; por lo tanto el agua de tipo torrencial que acarrean los arroyos intermitentes se originan en las partes altas de la cuenca. Para los meses de noviembre a abril la precipitación es menor a la evapotranspiración.
- Con relación a la humedad y considerando el resultado de sus índices, se tiene que se clasifica como ligeramente húmedo, en tanto que el índice de

templado frío, al presentarse gran abundancia de agua todo el año (tanto estival como invernal).
- La concentración térmica en verano es alta, esto debido a que los resultados están por arriba de las temperaturas promedios mensual.

De acuerdo con lo anterior, la eliminación de la cubierta arbolada disminuye la capacidad de regular el clima o microclima en cierto lugar, no obstante, la superficie de afectación considerada para la realización del CUSTF es mínima respecto a la extensión que abarca los tipos de vegetación a nivel de la cuenca en análisis.

Haciendo la comparación del servicio que se va a afectar en los predios de CUSTF y la cuenca (cuenca hidrográfica forestal) cuenta con una superficie forestal de vegetación de selva baja caducifolia (SBC) de **5,480.0 ha** y la superficie donde se realizara el CUSTF será de **4.9302 ha** de selva baja caducifolia (SBC), por lo cual se considera que el grado de afectación al servicio ambiental será nulo o imperceptible dado que la superficie arbolada la cual será sometida a cambio de uso de suelo representa apenas el **0.089%** del total en la unidad de análisis.

Sin embargo, a continuación se señalan las medidas de mitigación a implementar a fin de minimizar el posible impacto a este servicio ambiental. Implementación de obras de conservación de suelos y agua en la superficie planteadas para realizará el CUSTF:

- Se plantea la construcción de las **18.5 fajitas** o cordones con ramas o vegetación muerta a curvas de nivel y se lograra retener de 222.00 toneladas. Estos se establecerán en las zonas del ecosistema forestal afectada en la obra del proyecto en estudio principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. Establecimiento de **7.0 zanjas bordo** para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se a un costado donde se efectuará el CUSTF**.**

6. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA

El área sujeta a cambio de uso de suelo será de 4.9302 ha, la información dasométrica solo se levantó en la 4.9302 ha, las cuales corresponden a la superficie con vegetación forestal en la totalidad de la obra del proyecto, se encuentra desempeñando una función importante en la protección de poblaciones de especies tanto animales como vegetales, razón por la cual, a continuación se contabiliza la riqueza y estructura florística y faunística del área del proyecto, la cual contempla a todos los individuos de flora y fauna independientemente del estrato en el que se encuentren. Para valorar la biodiversidad de cada transecto se consideró la riqueza específica de cada especie presente en la zona sujeta a cambio de uso de suelo correspondiente a flora y fauna.

Tabla IV.212. Flora del o de los predio (s) vs la cuenca o sistema ambiental regional

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	196	320
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	88	168
3	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	1612	432
4	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	32	40
5	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	152	172
6	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	52	44
7	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate	4	0
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	116	72
9	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	28	120
10	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	156	40
11	*Schinus molle* L.	Pirul	8	0
12	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	3	32
13	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	8
14	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	3	12
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	4	12
2	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	84	40
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	12	0
4	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	48	220

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
5	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	12	4
6	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	572	852
7	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	24	48
8	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	192	68
9	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	80	36
10	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	16	12
11	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	416	352
12	*Lantana hirta* Graham	Cinco negritos	8	552
13	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	4	168
14	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	196	20
15	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	12	28
16	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	8	28
17	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	24	0
18	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Tronador	20	0
19	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	1	60
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	2	12
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	24	4
2	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	16	4
3	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	6900	236
4	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	4548	1040
5	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	116	56
6	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	152	96
7	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	3264	1920
8	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina* (Trel.) Gentry	Maguey	8	20
9	*Aloe vera* L.	Sabila	4	56
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Abutilon dugesii* S.Watson	Farolito	4000	0
2	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Pasto tres barbas	176000	206000
3	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	70000	108000
4	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Amor de viejo	12000	0
5	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch.	Zacate apesto	42000	0

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
6	*Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violeta verde	6000	0
7	*Panicum fasciculatum* Sw	Zacate guinea	28000	44000
8	*Rivinia humilis* L.	Coralillo	14000	0
9	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahualillo	32000	24000
10	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Diente de León	6000	0
11	*Tetramerium nervosum* Ness.	Olotillo	14000	0
12	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Mal de Ojo	8000	4000
13	*Crotalaria sagittalis* L.	Sonaja	200	6000
14	*Waltheria indica* L.	Tapacola	4000	10000

Fauna:

Tabla IV.213. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional).

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Ammodramus savannarum	9	6.0	4	33.3	1.00	10	3.0	4	33.3	0.57
Bubulcus ibis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Buteo jamaicensis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.08
Camptostoma imberbe	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Campylorhynchus brunneicapillus	4	2.6	3	25.0	0.44	5	1.5	3	25.0	0.29
Caracara plancus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Cathartes aura	2	1.3	2	16.7	0.22	1	0.3	1	8.3	0.06
Catherpes mexicanus	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Chondestes grammacus	27	17.9	6	50.0	3.00	29	8.7	7	58.3	1.66
Columbina inca	11	7.3	6	50.0	1.22	19	5.7	7	58.3	1.09
Crotophaga sulcirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	6	1.8	4	33.3	0.34
Cynathus latirostris	2	1.3	1	8.3	0.22	9	2.7	7	58.3	0.51

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Falco peregrinus	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Falco sparverius	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Haemarhous mexicanus	12	7.9	4	33.3	1.33	18	5.4	6	50.0	1.03
Icterus cucullatus	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Icterus pustulatus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Lanius ludovicianus	5	3.3	4	33.3	0.56	9	2.7	7	58.3	0.51
Melanerpes aurifrons	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Melospiza lincolnii	2	1.3	2	16.7	0.22	7	2.1	4	33.3	0.40
Mimus polyglottos	6	4.0	4	33.3	0.67	10	3.0	7	58.3	0.57
Molothrus aeneus	3	2.0	1	8.3	0.33	23	6.9	2	16.7	1.31
Molothrus ater	2	1.3	1	8.3	0.22	32	9.6	1	8.3	1.83
Passer domesticus	11	7.3	4	33.3	1.22	9	2.7	2	16.7	0.51
Passerina caerulea	1	0.7	1	8.3	0.11	3	0.9	2	16.7	0.17
Phainopepla nitens	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Polioptila caerulea	6	4.0	5	41.7	0.67	6	1.8	4	33.3	0.34
Pyrocephalus rubinus	6	4.0	5	41.7	0.67	8	2.4	5	41.7	0.46
Quiscalus mexicanus	0	0	0	0	0	2	0.6	1	8.3	0.11
Sayornis nigricans	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Setophaga coronata	0	0	0	0	0	5	1.5	1	8.3	0.29
Spinus psaltria	6	4.0	3	25.0	0.67	10	3.0	6	50.0	0.57
Spizella passerina	11	7.3	3	25.0	1.22	8	2.4	4	33.3	0.46
Sporophila torqueola	0	0	0	0	0	7	2.1	4	33.3	0.40
Toxostoma curvirostre	3	2.0	3	25.0	0.33	6	1.8	5	41.7	0.34
Troglodytes aedon	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus crassirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus vociferans	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Xanthocephalus xanthocephalus	0	0	0	0	0	50	14.9	1	8.3	2.86
Zenaida macroura	14	9.3	7	58.3	1.56	21	6.3	6	50.0	1.20

ESPECIE/MAMIFEROS	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Bassariscus astutus	3	21.4	3	33.3	0.8	6	18.8	4	33.3	1.3
Didelphis virginiana	2	14.3	2	22.2	0.6	3	9.4	3	25.0	0.6
Lepus callotis	0	0	0	0	0	2	6.3	2	16.7	0.4
Liomys irroratus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Mephitis macroura	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Mus musculus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Peromyscus maniculatus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Sciurus aureogaster	3	21.4	3	33.3	0.8	5	15.6	4	33.3	1.0
Spilogale angustifrons	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Sylvilagus audubonii	2	14.3	2	22.2	0.6	5	15.6	4	33.3	1.0
Urocyon cinereoargenteus	2	14.3	2	22.2	0.6	6	18.8	6	50.0	1.3

De acuerdo a la información antes mencionada se establece que la biodiversidad presente en el área de CUSTF: vegetación de selva baja caducifolia (SBC) es de 45 especies de flora en el predio de CUSTF y 57 especies de la unidad de análisis lo que representa el **78.95%;** respecto a fauna dentro del predio de CUSTF: se registraron 52 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 40, asimismo con el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=3.13, no se comprometerá este servicio ambiental debido a que todas las especies que se encuentran dentro del transecto también se encuentran dentro de la cuenca o unidad de análisis, aunado a que están bien representadas, además de que se aplicará un programa de rescate de fauna y de flora, los cuales se anexan al presente DTU.

Grado de afectación

Para poder determinar el grado de afectación a este servicio ambiental se realizó una comparación con la biodiversidad existente en la cuenca o unidad de análisis como se muestra a continuación:

Tabla IV.214. Cuenca o sistema ambiental regional y predio del CUSTF

Fauna:		Cuenca	Predio CUSTF
Riqueza	Anfibios y Reptiles	1	0
	Aves	40	28
	Mamíferos	11	7
Total Fauna		**52**	**35**

De acuerdo a la información presentada el servicio ambiental de biodiversidad se registra una afectación del ***67.31%*** para la fauna, mientras para la flora se está perjudicando en un ***78.95%*** del servicio que se tiene en la totalidad del transecto, en esta unidad de análisis impactada por la obra del proyecto en estudio.

Para garantizar que este servicio ambiental no se ve comprometido, se proponen las siguientes medidas de mitigación y compensación:

- Implementación de actividades de rescate y reubicación de especies flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de valor ecológico y de importancia ecológica en la región los cuales son susceptibles a rescatar.

- Se Implementará un programa de rescate y de acciones de protección y conservación de fauna silvestre con acciones de ahuyentamiento garantizando la permanencia de las mismas dentro del ecosistema. El ahuyentamiento de fauna a través de medios sonoros como bocinas y silbatos a fin de alejarlos de la zona de construcción de manera temporal

- Al término de cada jornada diaria de trabajo se colocará una garrocha de madera en cada una de las cepas, misma que deberá tener las dimensiones adecuadas que permitan la salida de cualquier animal pequeño que durante la noche pudiera haber caído en alguna de ellas

- Desarrollar pláticas con todo el personal involucrado en la construcción para evitar el saqueo o colecta no autorizada con fines comerciales o de ornato.

- Elaboración de carteles de las especies de alto valor ecológico y difusión en los sitios de mayor afluencia del personal, para fomentar la participación en las actividades de protección y conservación.

Con estas acciones se puede garantizar que este servicio ambiental no se ve comprometido.

Estimación económica del servicio "Ambiental Biodiversidad"

Para la valoración de este servicio ambiental se consideraron los costos definidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2026 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2025) del pago de servicios ambientales, el objetivo es promover la conservación de la biodiversidad (flora y fauna silvestre). El monto asignado por hectárea es de $ 1,100.0 pesos/ha/año-1, por lo que para el área sujeta al CUSTF:

Para los predios de CUSTF de las obras del proyecto es de **4.9302 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto **$ 5,423.22 pesos** M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **$ 108,464.40 pesos** M.N. (ciento ocho mil cuatrocientos sesenta y cuatro pesos 40/100 M.N.).

7. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS

La vegetación forestal protege al suelo de los efectos de la erosión contribuyendo al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento de la capacidad productiva del suelo.

Este servicio ambiental se verá perjudicado con la realización de la obra del proyecto, pues el cambio de uso se contempla la remoción total de la vegetación. Por ello, se toma como escenario hipotético para poder estimar la magnitud de la modificación a este servicio, los datos de erosión actual y los de erosión sin vegetación o potencial. Esto con el fin de dimensionar el impacto en este servicio ambiental, una vez que se realiza el cambio de uso de suelo en la zona.

El componente ambiental suelo a lo largo y ancho de la obra del proyecto en estudio perderá su cobertura en el estrato arbóreo y arbustivo, sin embargo dadas las condiciones del área en que se ejecutará la obra en proyecto, se ejecutarán las obras de conservación de suelos. Con lo que se estarán minimizando los daños generados al suelo, y por tanto se evitara el poner en riesgo este servicio ambiental.

Para demostrar que el servicio ambiental tiene un grado de afectación nulo o en su caso mínimo, se estimó la cantidad de suelo que se pierde en tres momentos (sin proyecto, con proyecto y con la implementación de la obra de conservación de suelo) para el área sujeta a CUSTF de acuerdo a la metodología y cálculos explicados en apartados anteriores de este capítulo IV del presente estudio se presenta los resultados obtenidos:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Erosión Hídrica:

Con la finalidad de estimar la erosión del suelo en condiciones actuales para el o los predios donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo del proyecto denominado "Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA", se empleará la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Para realizar los cálculos de la erosión se siguió la metodología descrita por Uribe (2012) en su tesis titulada Estimación de la erosión hídrica y recomendaciones para la conservación de suelos.

Esta ecuación estima las pérdidas de suelo anuales, como valor promedio de un período 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.

$$\mathbf{E = R \times K \times LS \times C \times P}$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea al año (toneladas/ha, año).
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr (milímetros/hora).
K = Erosionabilidad del suelo.
LS = Longitud y grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E = R \times K \times LS}$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación Ep = R*K*LS que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wiscmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. De tal manera que a continuación se presenta la metodología empleada para la estimación de la erosión en los siguientes dos escenarios de evaluación de este proyecto:

Escenario 1. Erosión en las condiciones actuales de la superficie de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

Escenario 2. Erosión durante las acciones de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

Estimación de la erosión del suelo sin proyecto (Escenario 1).

En la superficie sujeta a CUSTF no se han realizado las actividades que comprende el proyecto, a continuación, se presentan los resultados producto de la estimación de la erosión del suelo en este escenario.

Tabla IV.215. Erosión actual en la superficie del CUSTF.

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín Entronque	Selva baja caducifolia (SBC	1652.320	0.026	0.762	0.036	1.00	1.18	4.9302	5.810

Resultado de la erosión escenario 1:

Tabla IV.216. Resultado de la taza de erosión escenario

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Con cubierta vegetal (CUSTF) E1
					Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **5.810 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de **0.0581 mm**, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Ver tabla anterior).

Erosión durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (escenario 2) y sin medidas de mitigación.

En este escenario se considera la realización de las actividades de CUSTF para el establecimiento del proyecto, sin llevar a cabo medidas de mitigación. A continuación, se presenta la estimación de la erosión del suelo, en el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.

Tabla IV.217. Erosión durante el cambio de uso de suelo

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín entronque	Selva baja caducifolia	1652.32	0.026	0.762	1.00	1.00	32.736	4.9302	161.394

Resultado de la erosión escenario 2:

Tabla IV.218. Resultado de la erosión escenario 2.

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
					Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	161.394

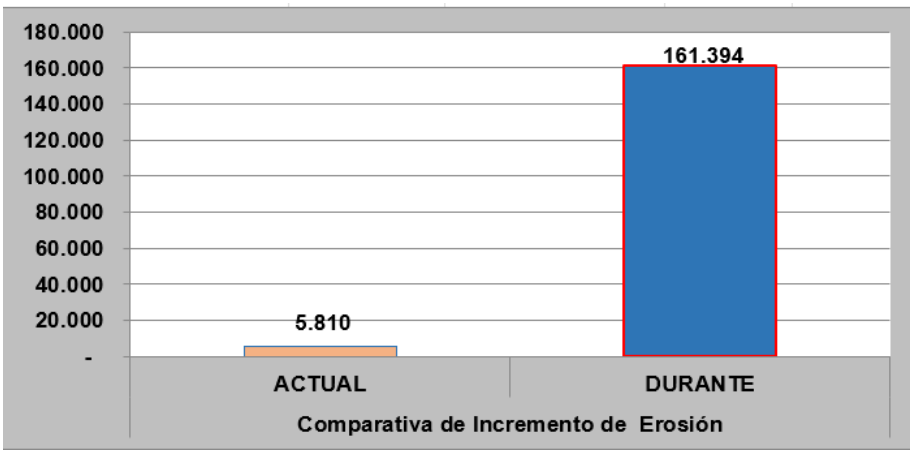
La erosión SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN nos indica una pérdida de suelo de **161.394 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **1.61 mm**; si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. Lo que representa un incremento de pérdida de suelo de **155.584 ton/año**, dicho suelo se recuperará con la implementación de medidas de mitigación.

Comparativa de Escenarios

A continuación, se presenta el resumen obtenido de la estimación de erosión bajo las condiciones (actual y durante) en la superficie solicitada para CUSTF (4.9302 hectáreas).

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Con cubierta vegetal Escenario 1	Sin cubierta vegetal Escenario E2
					Erosión Hídrica (ton/año)	Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810	161.394
A COMPENSAR						**155.584**

Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a **161.394 ton/año**, respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año.**



Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a la selva baja caducifolia es de **161.394 ton/año**, respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año**, lo cual será mitigado por el promovente.

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son (ver anexo IX.3.H programa de conservación de suelos y agua de este estudio):

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de **155.584 ton/año**, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere a **No generar la erosión del suelo**. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas.

Erosión eólica:

Para determinar la erosión eólica del proyecto **en estudio**, se utilizó el modelo propuesto por Woodruff y Siddoway (1965) con la cual uso la siguiente relación general para estimar el promedio anual potencial de erosión de suelos (WEE[4]), la cual es utilizada para cuantificar la erosión potencial del viento en un terreno dado.

Según este modelo la tasa de erosión eólica dependerá de cinco factores:

Erosionabilidad eólica del suelo, (I)
Rugosidad del suelo, (K)
Factor climático, (C)
Longitud del terreno, (L)
Factor de vegetación, (V)

Ecuación (WEQ):

$$E = f\,(I,K,C,L,V)$$

Donde:

E: Erosión potencial (ton/ha/año)
f : *Significa que la erosión (E) se estima en función de los factores que están entre paréntesis*
I: Índice de erodabilidad del suelo
K: Factor de rugosidad del suelo
C: Factor climático local
L: Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
V: El equivalente de cobertura de vegetación (kg/ha)

[4] La Ecuación de Erosión Eólica (WEE, por sus siglas en inglés) es una versión del modelo de Woodruff y Siddoway (1965).

1. *Escenario actual 1 (antes de la remoción de la vegetación).*

La superficie sujeta a CUSTF presenta vegetación de selva baja caducifolia de acuerdo a la clasificación que se determinó durante los muestreos de campo; actualmente en el predio del proyecto sujeto a CUSTF ocurre una pérdida de suelo por acción del viento (erosión eólica) a una tasa de **8.360 ton/ha/año** por ha por lo que la erosión eólica real en el área sujeta a CUSTF es de **41.215 ton/año** del área de CUSTF total..

Tabla IV.219. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación forestal.

							Con cubierta vegetal E1	Con cubierta vegetal E1 (CUSTF)
Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)	**Rugosidad (K)**	**C**	**L**	**Tipo de vegetación**	**Con V**	**Sin V**	**Erosión eólica (t/ha/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	8.360	41.215

2. *Escenario 2 con proyecto y sin medidas de mitigación.*

En este escenario se considera la remoción de la vegetación por la superficie de CUSTF que corresponde al proyecto en estudio. De acuerdo a los resultados de la estimación de pérdida de suelo en este escenario, la erosión eólica resultó ser de **1.095 ton/año** por ha en el área total propuesta a CUSTF; lo que representa un incremento de dicha pérdida de suelo de **1.095 ton/año** del área de CUSTF total, con relación a lo que ocurre en el escenario actual, dicho suelo se recupera con la implementación de medidas de mitigación para mayor referencia de cada uno de los pasos Ver Anexo Calculo Erosión Eólica.

Tabla IV.220. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación

								Sin cubierta vegetal E2	Sin cubierta vegetal E2 (CUSTF)
Textura	**Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)**	**Rugosidad (K)**	**C**	**L**	**Tipo de vegetación**	**Con V**	**Sin V**	**Erosión eólica (t/ha/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Fina	193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	20.899	103.038

Con relación a los resultados presentados en la erosión eólica por el tipo de vegetación que corresponde al CUSTF y en sus diferentes escenarios con vegetación (Escenario 1) y sin vegetación (Escenario 2).

			Con cubierta vegetal (SIN CUSTF) E1	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
Polígono (F)	**CUSTF (Has)**	**Tipo de vegetación**	**Erosión eólica (ton/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Varios	4.9302	Selva baja caducifolia	41.215	103.038
A MITIGAR				**61.823**

La evaluación referente a la estimación de la erosión eólica dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, se realizó considerando la diferencia entre la superficie con cubierta vegetal E1 (situación actual) y sin cobertura vegetal E2 (durante el CUSTF), el resultado es el incremento de la erosión eólica (**61.823 ton/año**) que se esperaría si se produjera la remoción de la toda vegetación forestal y se dejara el suelo expuesto sin ningún tipo de recubrimiento, cabe hacer mención que la promovente realizará actividades para compensar la diferencia por el incremento de la erosión.

Por último, y contemplando los dos tipos de erosión (hídrica y eólica), la cantidad de suelo que el promovente mitigará es de **217.407 ton/año**, resultado de sumar los **155.584 ton/año** que se comprometen por la erosión hídrica y **61.823 ton/año** de la erosión eólica.

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son:

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica en zonas templado frío. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de **217.407 ton/año**, resultado de sumar los **155.584 ton/año** que se comprometen por la erosión hídrica y **61.823 ton/año** de la erosión eólica, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere a ***No generar la erosión del suelo***. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas.

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalme y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a ***No generar la erosión del suelo***, específicamente la erosión eólica.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente en su área de influencia, dando así atención plena al supuesto de excepción a que se refiere el ***artículo 93 de la LGDFS en cuanto a No generar la erosión del suelo***.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Estimación económica del servicio ambiental "Protección y recuperación de suelos".

El servicio ambiental referente a protección y recuperación de suelos, el cual fue calculado anteriormente por medio de la erosión de la zona sujeta a cambio de uso de suelo, se estima que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF:

Para el transecto de los predios de CUSTF de las obras del proyecto en estudio se estima que la cantidad de suelo que se incrementará será de **217.407** ton/año, por lo que si una tonelada de suelo cuesta alrededor de $ **75.00** pesos el valor del suelo que dejaría de retener la vegetación de la zona tiene un costo económico de $ **16,305.52** pesos MN, para la obtención del servicio ambiental en la misma cantidad y calidad se estima un periodo de tiempo mínimo de 20 años, por lo que al multiplicar el valor actual por este tiempo, tenemos un valor total real de $ **326,110.50 pesos** M.N. (trescientos veinte seis mil ciento diez pesos 50/100 M.N).

8. EL PAISAJE Y LA RECREACIÓN

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñóz-Pedreros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que en los segundos (los indirectos) incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

De subjetividad aceptada. Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.

De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.

De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

Evaluación de la calidad intrínseca, calidad y absorción visuales del paisaje

La evaluación del paisaje para el presente proyecto se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran una las características propias de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas), la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad) y una combinación de los dos anteriores denominada absorción visual, la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transelec, S.A., 2009).

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a unos pocos kilómetros, pero puede ser también mucho mayor. Sin embargo, su característica más importante es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

Para el análisis del paisaje se delimitaron 15 unidades paisajísticas con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI. En el sistema ambiental se presentan dos unidades paisajísticas dominantes del 50% del paisaje, la sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con agricultura de temporal anual (29.36% de la superficie) y lomerío de basalto con agricultura de riego anual y semipermanente (20.47% de la superficie).

Derivado de lo anterior las cuatro unidades de paisaje que dominan el sistema ambiental son Meseta compleja con lomerío con Bosque mesófilo de montaña (42.70%), Meseta compleja con lomerío con Pastizal cultivado (38.11%), Meseta compleja con lomerío con Veg. sec. arbustiva de bosque mesófilo de montaña (8.95%) y Meseta compleja con lomerío con Bosque de pino-encino (4.13%).

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en

función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

Calidad Visual del Paisaje (CV) en la cuenca o sistema ambiental

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros. Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, se contó con la ayuda del personal que participó en la toma de datos de campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que es desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.1.

Las clases de calidad visual determinadas dentro del sistema ambiental se muestran en la tabla siguiente y como se puede observar que la clase de calidad visual *baja* (47.52%) es la dominante, las unidades de paisaje tuvieron una clase baja de calidad visual debido a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje, las unidades de paisaje tuvieron una clase baja de calidad visual debido a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje.

Tabla IV.221. Clases de la calidad visual.

Valor	Clase	Área (Ha)	Área (%)
1	Baja	6,147.48	23.12
2	Media	14,474.47	54.44
3	Alta	5,968.03	22.44
Total		**26,589.98**	**100**

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase media, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana.

Capacidad de Absorción Visual (CAV) en la cuenca o sistema ambiental

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales de la cuenca que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características tipográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

La evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje se aplicó la siguiente fórmula, la expresión se desarrolla en un sistema de información geográfica, utilizando el software Arc, Gis 10.1.

En la tabla IV.221 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en proyecto. Como se observa solo existe la clase alta, debido a que en esta clase dominan pendientes menores de 5°, y principalmente porque el nivel de erosión es bajo lo que hace que el paisaje sea menos vulnerable a la fragilidad, además de que los elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color tuvieron valores altos en la evaluación de la capacidad de absorción visual, a pesar de que es en esta clase se encuentran las superficies agrícolas y urbanas el paisaje aun no presenta alguna variación en su carácter visual.

En la tabla siguiente se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en el sistema ambiental. Como se observa la clase *baja* ocupa el 2.77% de la superficie en el sistema ambiental y la clase alta es de 33.96%. Esto se debe a que las principales

topoformas en las zonas del sistema ambiental principalmente son zonas más planas y pocas con sierras.

Tabla IV.222. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

Clase	Área (Ha)	Área (%)
Baja	735.28	2.77
Media	16,824.82	63.28
Alta	9,029.88	33.96
Total	**26,589.98**	**100.00**

Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto la determinación del grado de visibilidad se realizó primeramente haciendo una evaluación de cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman la cuenca, los valores que se utilizaron en la evaluación fueron el 1, 2 y 3 con clases de visible, poco visible y no visible respectivamente, considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

Después de esto se procedió a realizar la unión y la suma de los valores de la evaluación de la pendiente con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se le aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje los cuales se concentran en la siguiente tabla IV.223.

Tabla IV.223. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental regional.

Valor	Clase	Área (Ha)	Área (%)
2	Poco Visible	1,237.50	4.65
1	Visible	25,352.49	95.35
Total		**26,589.98**	**100**

Como se puede observar el 11.11% de la superficie es visible, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 30° en las cuales se pueden encontrar topoformas de *Lomeríos* con vegetación menos densa (presencia de pastizales y zonas agrícolas) lo cual permiten la visibilidad del paisaje, mientras que la categoría de *Poco visible* representa el 88.89% de la superficie total de la sistema ambiental y está determinado principalmente por pendientes poco pronunciados lo que dificulta la visibilidad.

Calidad Visual Vulnerable en la cuenca o sistema ambiental

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad). Los resultados obtenidos indican que la clase media es la que abarca la mayor superficie (tabla IV.224).

Tabla IV.224. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en la cuenca o sistema ambiental.

Valor	Clase	Área (Ha)	Área (%)
1	Baja	574.247	2.160
2	Media	17,492.956	65.788
3	Alta	8,522.781	32.053
Total		**26,589.984**	**100.0**

La calidad visual vulnerable media se distribuye se distribuye en el 65.788% del área de estudio, la clase alta se vio reflejada en un 32.053% el área de estudio debido a que el paisaje ya se encuentra modificado en su mayoría. Tomando en cuenta el mapa siguiente la calidad visual vulnerable dentro del área total del proyecto abarca la clase media.

Finalmente se presenta una tabla con los valores monetarios de cada uno de los servicios ambientales considerados como de afectación en la implementación del cambio de uso de suelo.

Tabla IV.225. Valores monetarios de los servicios ambientales

Servicios ambientales del artículo 7 fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Cuantificación económica dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo Predios de CUSTF de la cuenca o sistema ambiental regional
La provisión del agua en calidad y cantidad	108,464.40
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales	234,383.92
La generación de oxígeno	2,333.70
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	108,464.40
La protección y recuperación de suelos	326,110.50
Total	**779,756.92**

Nota: De los 6 servicios que sufrirán algún grado de afectación solo se logra estimar de manera cuantitativa el valor monetario de 5, por lo que el paisaje como es una cualidad visual no fue posible determinar un costo monetario de la afectación, mismo que no se menciona en la tabla anterior.

Teniendo los datos presentados anteriormente se tiene que el valor económico de los servicios ambientales para el predio de CUSTF de la obra del proyecto en estudio, asciende a $ **779,756.92** pesos M.N. (setecientos setenta y nueve mil setecientos cincuenta y seis pesos 92/100 M.N.).

IV.4. Diagnóstico ambiental

Las condiciones ambientales actuales en las que se encuentra el Sistema Ambiental definido para el proyecto **Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA**, su Área de Influencia y Área del Proyecto, se tiene el siguiente inventario de los factores físicos, bióticos, y socioeconómicos

Área de estudio o sistema ambiental regional (SAR)

Está conformado por el límite de la microcuenca se encuentra inmersa en las **Microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)** dentro de la **Subcuenca Río Apaseo** y dentro de la **Cuenca Río Laja,** la cual a su vez pertenecen a la **Región Hidrológica RH-12 Lerma-Santiago.**

Tabla IV.226. Superficies de uso de suelo y vegetación de cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional (SAR) identificado.

Valores Sistema Ambiental	Área	
	(km²)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	84.65	31.84
Agricultura de temporal anual	79.67	29.96
Asentamientos humanos	35.6	13.39
Cuerpo de agua	0.37	0.14
Desprovisto de vegetación	2.37	0.89
Matorral crasicaule	3.27	1.23
Pastizal inducido	3.56	1.34
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	28.07	10.56
Veg. sec. arbustiva de matorral crasicaule	1.61	0.61
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	26.73	10.05
Total	**265.9**	**100.01**

Con base en la tabla se puede observar que en total se identificó **un tipo de vegetación:** de desiertos arenosos. En el caso del Uso de suelo: **ocho** áreas, una definida como Agricultura de temporal anual, Asentamientos humanos, matorral crasicaule, selva baja caducifolia, Pastizal inducido, desprovisto de vegetación y agricultura de riego anual y semipermanente.

Incidencia del Proyecto: El proyecto incide en una superficie de **4.9302 ha** el cual interactúa con la Vegetación de selva baja caducifolia, el cual cubre una superficie total de **5,480.0** ha dentro del SAR.

Clima y fenómenos meteorológicos

Clima. El tipo de clima del Área del Proyecto (AP) y en el área de influencia corresponde un clima BS1hw Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Tabla IV.227. Tipo de clima en la Cuenca Hidrográfica o SAR

Tipo de clima	Área CHF (ha)	%
BS1hw	168.73	63.45
BS1kw	6.15	2.31
C(wo)	91.03	34.23

Estas clasificaciones se caracterizan por registrar una temperatura media anual entre 12°C y 18°C. La temperatura registrada para el mes más frío oscila alrededor de los -3°C y la temperatura del mes más cálido se registra hasta de 22°C. Las lluvias para este tipo de clima se registran en verano del 5% al 10.2% anual. El área de estudio se ubica en la Región Climática No. 5 Centro, por lo cual recibe influencia por los vientos alisios provenientes del Este, cargados de humedad del Golfo de México; asimismo, la zona montañosa de la Sierra Madre Oriental impide el paso de esta nubosidad, contribuyendo a crear los climas que caracterizan a esta región.

Balance climático. De la determinación de los índices de calor, de evaporación, movimiento de húmeda, deficiencia de agua, escurrimientos, aridez, en el estudio realizado, la superficie (4.9302 ha) que ocupara el proyecto no modificara la variable que determinan el balance climático del SAR.

Geología y geomorfología

Fisiografía.

El área estudio recae en la Provincia fisiográfica que lleva de nombre de “Eje Neovolcánico”, la cual a su vez se divide en la Subprovincia Fisiográfica “Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo” como se puede apreciar en la tabla IV.228.

Tabla IV.228. Provincia y subprovincia fisiográfica de la Cuenca Hidrológica Forestal

Provincia	Subprovincia	Superficie (ha)	Porcentaje
Eje Neovolcánico	Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	44 774 97	100

El Municipio de El Marqués se encuentra ubicado en las provincias fisiográficas mesa del centro y eje neo volcánico; de acuerdo a la regionalización realizada por el INEGI, el 70.47% del territorio se encuentra específicamente en la subprovincia fisiográfica de “Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo” distribuida en la zona sur del programa y el 24.52% restante pertenece a la subprovincia “Sierras y Llanuras al norte de Guanajuato”, abarcando toda la zona norte del área de estudio. El recorrido de las “Sierras y llanuras del norte de Guanajuato”, contenida en el programa, presenta en el poniente sierras altas y abruptas en una extensión de 5,135 ha. Al oriente se distribuyen 12,669.14 ha. de mesetas de origen volcánico con altitudes superiores a 2,000 msnm. El resto del programa contenido en la subregión “Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo” presenta en su parte central 13,389.9 has. de llanos aislados; al poniente se presentan 25,866.8 has. de sierra con lomeríos y al oriente se extienden 10,838.51 has. de llanuras.

Relieve

El relieve estructural Predominan las llanuras, valles y zonas de mesetas volcánicas, siendo el terreno más plano en comparación con la sierra. (INEGI, 1992).

Topografía

La topografía del programa se realizó de acuerdo al Modelo Digital de Elevaciones con curvas de nivel a cada 10 m. En la región central del municipio se encuentra una planicie que va de sureste a oeste, siguiendo el recorrido que realiza la Carretera Federal N° 500; en la zona de La Cañada, al límite con el Municipio de Querétaro, esta planicie se angosta siguiendo el cauce del Río Querétaro. Es en esta zona donde se concentran los asentamientos humanos más importantes del municipio, así como actividades agrícolas. Al este, en el límite con el Municipio de Querétaro se presenta una barrera de elevaciones medias con alturas máximas de 2,300 msnm, entre las cuales están los cerros de La Cañada, La Cruz, Boludo, El Paisano, Potrero el Chivato, El Patol, El Mitlán, Grande de Santa Cruz (mencionados de menos a mayor altura). Por otro lado, en el área oeste central se concentran elevaciones medias con alturas máximas de 2,240 msnm, de las cuales las más importantes son El Picacho, Cerro Alto, La Cruz, El Resbaladero y Cerro Blanco. En la zona norte se presentan elevaciones abruptas, con una altura máxima de 3,000 msnm., esta región presenta una zona montañosa en la que se encuentra el Área Natural Protegida "El Pinalito" que contiene el cerro que lleva el mismo nombre y que cuenta con una altura de 2,980 msnm.

Geología.

La geología en la zona de estudio presenta la distribución espacial de los diferentes periodos y unidades litológicas siendo de tipo ígneo extrusivo y sedimentario, en la que predomina la cubierta por depósitos aluviales sobre la llanura que cubre casi toda la zona en centro y sur de la zona de estudio; esta zona tiene la característica de contener un alto nivel de arcillas, lo que provoca poca permeabilidad.

En secciones de la zona central del área de estudio afloran cuerpos de basalto, siendo una roca de grano fino rico en magnesio y fierro, la cual tiene la característica de ser totalmente impermeable, aunque no es aconsejable para ciertas obras hidráulicas debido a su excesiva fracturación, de la misma forma por su dureza es difícil construir sobre él. La geología de la zona de estudio es complementada por fallas y fracturas geológicas; en el caso del área del presente análisis, el INEGI contempla solo una fractura de consideración con una orientación norte-sur, sin embargo no representa riesgo para la población ya que no se encuentran asentamientos humanos. La configuración actual del valle es la de un graben con forma rectangular delimitado por el sistema de fallas con dirección norte-sur y

desplazamiento normal, cuyos flancos occidental y oriental pueden ubicarse en la Falla San Bartolomé y la Falla Oriental, respectivamente

En general, la columna estratigráfica del área de Querétaro consiste de un basamento compuesto de rocas marinas del Cretácico, cubierto por una secuencia continental del Terciario consistente en unidades alternadas de rocas volcánicas y sedimentarias. La interpretación de las unidades litológicas en el valle se basó en el reconocimiento de unidades o conjuntos de unidades que sirvieron como guía para identificar el registro litológico de cada pozo. Se partió del reconocimiento de rocas volcánicas de composición básica (andesitas y basaltos) que fueron correlacionadas con las rocas que afloran en la superficie (por ejemplo, la unidad litológica de andesitas y basaltos del Mioceno Tardío, Tmt AB). El reconocimiento de esta unidad fue confirmado en los registros litológicos por la presencia, debajo de ella, de una secuencia de origen piroclástico y sedimentario que se correlaciona con la secuencia observada en la superficie (Tom Py Lac). Una vez reconocido este contraste litológico en la secuencia, la parte inferior de los registros litológicos fue correlacionada con unidades documentadas en trabajos previos para zonas adyacentes al valle, tomando como base la columna compuesta descrita por Alaniz-Álvarez et al. (2001, 2002). La secuencia sedimentaria que se encuentra sobre la unidad de andesitas y basaltos rellena el Valle de Querétaro y tiene un espesor variable entre decenas y cientos de metros.

Las rocas más antiguas en la región son calizas con intercalaciones de lutitas y areniscas (Ki Cz Ar) que afloran en la zona de Juriquilla y se encuentran presentes en el corte litológico de El Nabo (pozo 2041, desde 14 m hasta más de 900 m de profundidad). Es incierto si estas rocas se encuentran en la zona del Valle de Querétaro, debido a que los pozos hasta ahora localizados en esa zona no llegan a cortarlas. En algunos registros litológicos de pozos cercanos a la zona de Juriquilla y el Nabo (pozos 759, 1709, 980 y 2396) se identificaron capas de conglomerado y areniscas (Te Cg Ar), cuya posición estratigráfica sobre la secuencia de calizas y por debajo de riolitas y tobas, es equivalente al Conglomerado Rojo de Guanajuato del Eoceno (ver Aranda-Gómez y McDowell, 1998). Comúnmente se reporta una unidad volcánica de composición intermedia a básica (To AB), intensamente fracturada y alterada (por ejemplo en los pozos 1817, 1707, 1930, 2082), que se presenta en la base o intercalada dentro de una secuencia de tobas y lavas de composición silícica. Rocas similares que afloran en el poblado El Salitre fueron correlacionadas por Alaniz-Álvarez et al. (2001) con la Andesita El Cedro (ToA) que tiene edades entre 30.6 y 30.7 Ma en Guanajuato (Cerca-Martínez et al., 2000).

Deslizamientos y susceptibilidad a sismicidad

De acuerdo con la ilustración del Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007) al igual que con el mapa de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (2015), el **SAR o CHF del Proyecto** quedara ubicado en la "Zona B" según la clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana. De acuerdo a la regionalización sísmica propuesta por la CFE, el Sistema Ambiental Regional se ubica dentro del estado de Querétaro, el cual en su totalidad se sitúa sobre una zona clasificada como "B", por consecuente el SAR cumple con la misma situación, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es bajo ante eventos de origen sísmico de gran magnitud.

Riesgos naturales: geológicos, hidrometeorológicos, químicos, sanitarios-ecológicos. Identificación y ubicación de riesgos

En relación a riesgos geológicos, la ubicación geográfica de El Marqués permite que el municipio esté libre de ciertos riesgos naturales, como sismos y vulcanismo. Los riesgos presentes son por fallas, diques y fracturas que en total suman 105, donde dos son diques de bajo riesgo, ubicados al oriente del territorio en las localidades de Coyotillos y Agua Azul, 12 fallas naturales no mayores a un kilómetro de longitud, ubicadas al poniente del municipio entre la cabecera municipal y la colonia Nuevo Horizonte atravesando el municipio de Querétaro. Seis fallas normales al norte entre las latitudes 20° 46' 0" y 20° 49' 30" norte con una extensión no mayor a cinco kilómetros. Y a la altura de Circuito Universidades una falla normal de 7.65 kilómetros, la de mayor longitud, que al igual que las anteriores no presenta riesgos latentes a la infraestructura. En el caso de los derrumbes, son escarpes cercanos a zonas habitacionales, que podrían desprenderse de su estructura causando daños a la localidad desde infraestructura, obstrucción de vialidades o incluso daños a la población.

El Atlas Estatal de Riesgos de Querétaro identifica cuatro zonas de derrumbe: al oriente del municipio, en la localidad de El Lobo, a los límites de la zona urbana, se ubica un bloque de roca ígnea que a causa de agentes erosivos como lluvia y viento lo vuelve propenso a desprendimientos; en la localidad de La Noria se identifica un bloque angular de origen ígneo sobre una meseta, con pendientes de entre 20 y 30 grados; la localidad de La Cañada se encuentra rodeada de altas paredes rocosas, por lo que cuenta con dos zonas de derrumbe: la calle de Las Canteras presenta deslaves de material rocoso y escombros, este bloque angular de roca ígnea afectaría el tránsito por la vialidad, las viviendas aledañas y

al otro extremo de la localidad, en el Cerro del Bautisterio, los escarpes representan un riesgo de derrumbe latente, con bloques angulares ígneos compuestos por tobas muy fracturadas y alteradas, además que los deslaves arrastrarían escombros y basura que se han depositado en las faldas del cerro. Al contrario de las fallas, las inundaciones representan un riesgo. En la localidad de Santa María de los Baños, se identifica gran parte de la zona urbana como inundable debido a la cercanía con la Presa del Carmen. En la localidad de Chichimequillas, la zona del Lienzo Charro y la Hacienda son propensas a inundarse debido a la expansión del cuerpo de agua que en temporada de lluvias cubre el suelo agrícola.

La localidad Santa Cruz se encuentra dentro de una amplia zona inundable que pudiera afectar tanto a la zona habitacional como al área agrícola. En el caso de la localidad de Amazcala, esta es una de las más afectadas a causa de inundaciones, impactando prácticamente en toda la localidad en suelo urbano y agrícola. Sobre la Carretera Estatal No. 200, por debajo del puente que intersecta con la Carretera Federal 57D, en ambos paramentos se ubica una zona agropecuaria, industrial y el Fraccionamiento Hacienda la Cruz, que presenta un alto riesgo de inundación, que representa además de daños a la población, pérdidas de cultivo y ganado lechero.

Así mismo, las localidades de Saldarriaga, Barrio de Buenavistilla y El Paraíso se encuentran en áreas propensas a inundaciones. Por último, debido a su geomorfología, la localidad de La Cañada es una zona inundable de riesgo además de ser un cañón, la urbanización y pendientes han propiciado y aumentando el peligro de inundaciones y afectaciones a su población y su patrimonio. Por otra parte, el riesgo que tiene mayor presencia es el referente a hundimientos ocupando 26,159.42 ha., es decir, el 34.65% del territorio del municipio se encuentra dentro de una zona de hundimientos, siendo el lado poniente del área municipal que se encuentra susceptible a este riesgo, principalmente por las características geológicas del sitio.

Suelo

Con base en la carta edafológica de la Serie VII INEGI, se identificó que la Cuenca Hidrográfica definida como área de análisis para el Proyecto, presenta suelo de tipo Vertisol, dado por las siguientes fórmulas: Vc+Pe/2, como se puede apreciar en la siguiente tabla IV.229.

Tabla IV.229. Unidades de suelo presentes en la Cuenca hidrográfica

Tipo de suelo	Área CHF (ha)	%
Litosol	26.14	9.83
Vertisol	239.76	90.17

Dentro del **SAR o CHF** predominan los suelos Vertisol los cuales tienen el 90.17% del área, seguidos por Litosol con el 9.83% del área del SAR o CHF.

Vertisol: Se presentan muchas veces acompañados de regosoles, en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa, La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellas en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en la Zona del Centro y Oriente de México; y cafés rojizos en el Norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos, su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles, pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen por lo general baja susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (V). En el área de estudio podemos encontrar la subunidad pelico, que son vertisoles que se caracterizan por su color pardo o rojizo. Donde más frecuentemente se encuentran es en climas semisecos y generalmente se han formado por rocas calizas. Su símbolo es (Vp).

Degradación de los suelos

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII, la degradación física se concentra principalmente en agricultura de temporal anual (269.85 ha), asentamientos humanos (738.43 ha) y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (41.91 ha).

La degradación química se presenta principalmente en agricultura de riego anual y semipermanente (8134.00 ha), agricultura de temporal anual (2464.19 ha), asentamientos humanos (830.56 ha), vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (139.63 ha), vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (160.95 ha), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (98.99 ha), pastizal inducido (115.41 ha), matorral crasicaule (63.79 ha), desprovisto de vegetación (18.68 ha) y palmar natural (214.60 ha).

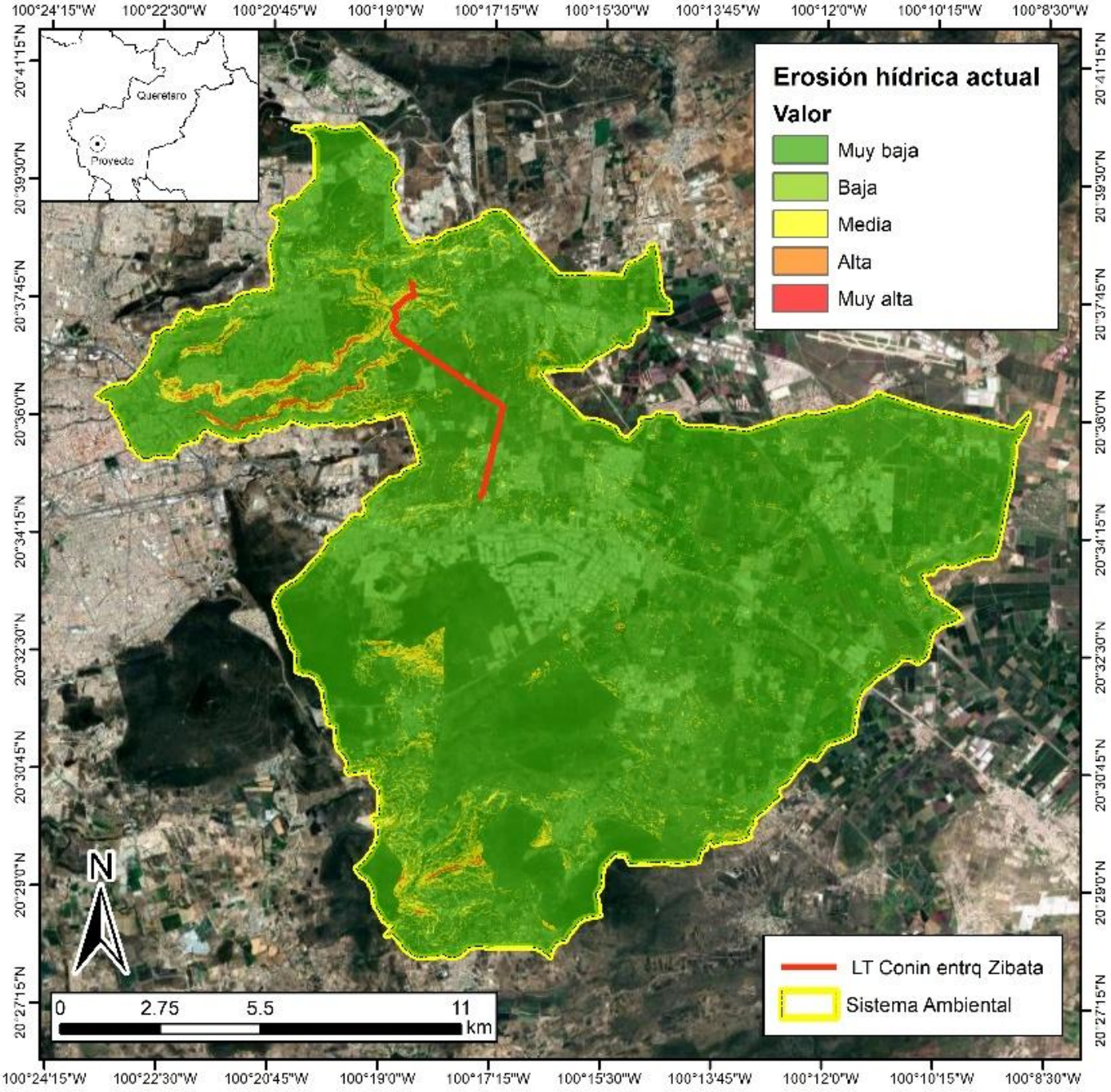
Por su parte, la erosión hídrica se distribuye principalmente en agricultura de riego anual y semipermanente (331.29 ha), agricultura de temporal anual (3351.32 ha), asentamientos humanos (1192.14 ha), vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (1492.71 ha), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (1702.96 ha), pastizal inducido (103.12 ha), matorral crasicaule (216.00 ha), desprovisto de vegetación (217.91 ha) y cuerpos de agua (36.52 ha).

Cálculo de la Pérdida de Suelo por Unidad de Superficie

Los volúmenes de pérdida potencial de suelo en el área de análisis oscilan entre las nula y ligera en la mayor parte del área de estudio, mismas que para su análisis e interpretación se agruparán en cinco clases frecuentemente utilizadas, (tabla IV.230).

Tabla IV.230. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

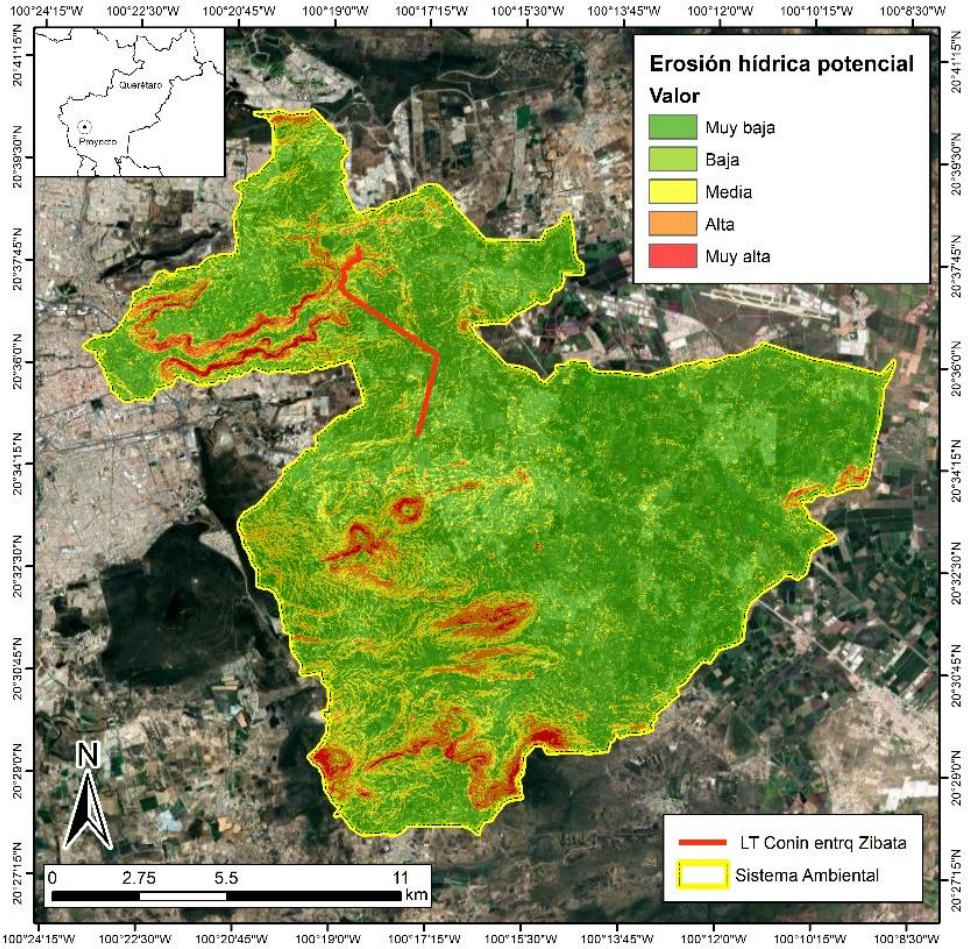
Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	23,696.37	89.12
Ligera (5-10)	2,142.34	8.06
Moderada (10-50)	600.92	2.26
Alta (50-200)	148.99	0.56
Muy Alta(>200)	1.36	0.01



Mapa IV.66. Ubicación de tasas de erosión actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional

Tabla IV.231. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	14,528.05	54.64
Ligera (5-10)	6,288.70	23.65
Moderada (10-50)	3,601.12	13.54
Alta (50-200)	1,799.65	6.77
Muy Alta(>200)	372.45	1.40



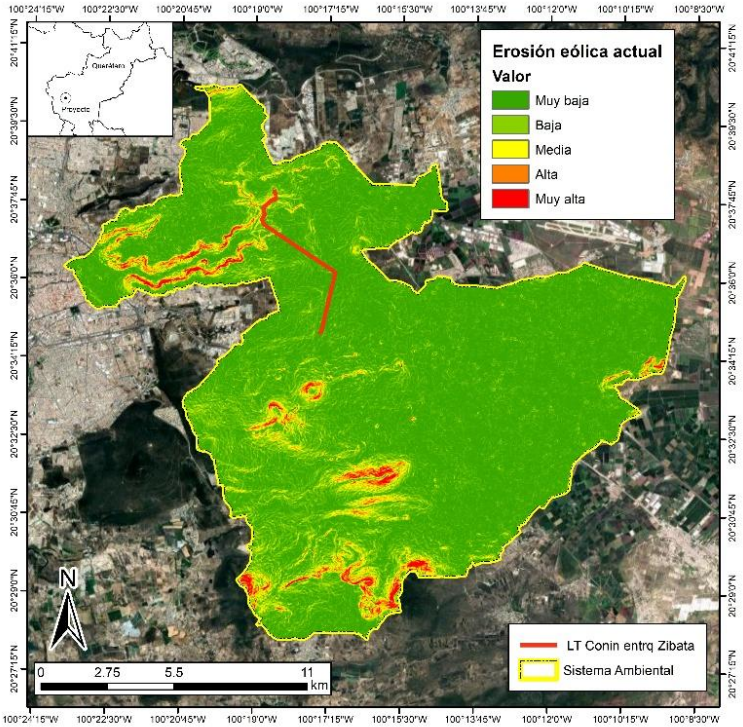
Mapa IV.67. Ubicación de tasas de erosión potencial de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

Erosión eólica

Erosión Eólica Actual. El grado de afectación que presenta la erosión por efecto del viento del SA por tasa de erosión son:

Tabla IV.232. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

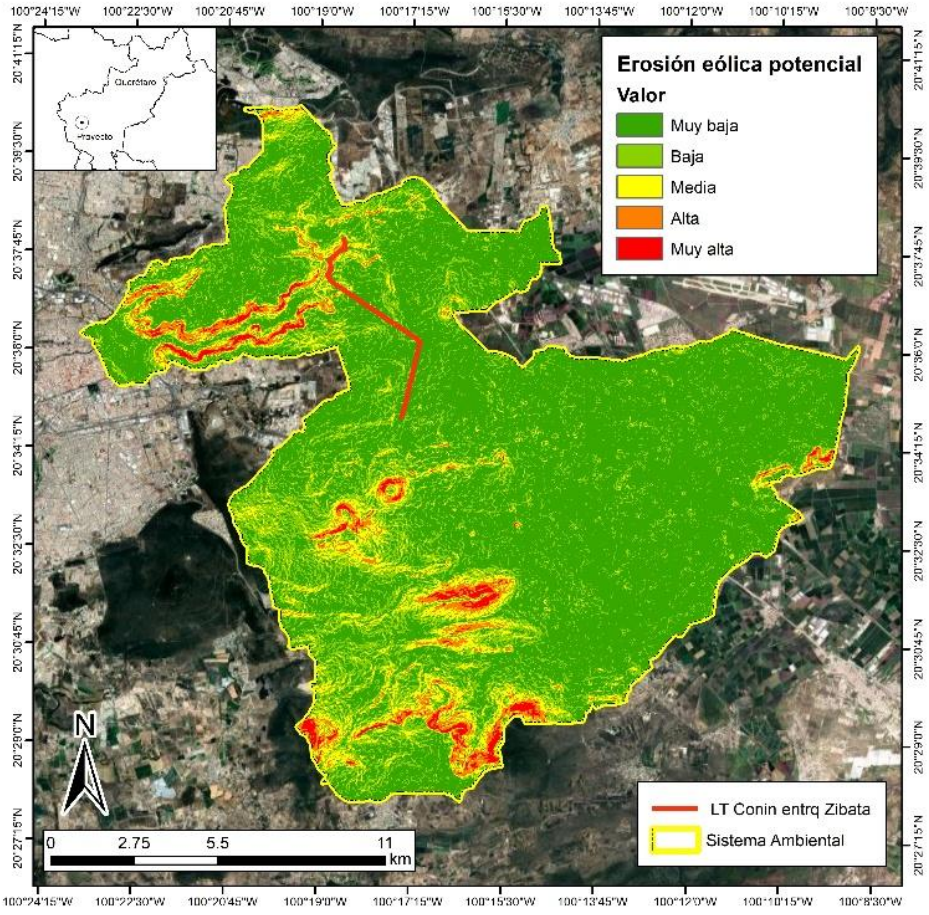
Valores	Área de análisis	
	Área (ha)	%
Nula (0-5)	17,538.10	65.96
Ligera (5-10)	5,382.10	20.24
Moderada (10-50)	2,127.37	8.00
Alta (50-200)	1,092.24	4.11
Muy Alta(>200)	450.17	1.69



Mapa IV.68. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional

Tabla IV.233. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

Valores	Área de análisis	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	17,425.06	65.53
Ligera (5-10)	5,269.06	19.82
Moderada (10-50)	2,059.55	7.75
Alta (50-200)	1,273.11	4.79
Muy Alta(>200)	563.21	2.12



Mapa IV.69. Pérdida de suelo por erosión eólica potencial en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional.

Erosión hídrica

Pérdida del suelo hídrica del área de CUSTF escenario 1

De acuerdo a la cartografía temática del INEGI (carta de Edafología) el suelo dominante en el ecosistema afectado de vegetación de desiertos arenosos es la **Vertisol pelico** (Vp), por lo que considerando el rango de valores para esta variable para el área de los predios sujetos a CUSTF es: **4.9302 ha.**

Con base en los valores que se presentan, se obtiene el volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y de acuerdo con el tipo de vegetación.

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **5.810 ton/año** en la superficie del predio sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.0581 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Tabla IV.234. Resumen de la erosión hídrica actual

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín Entronque	Selva baja caducifolia (SBC	1652.320	0.026	0.762	0.036	1.00	1.18	4.9302	5.810

Pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF (escenario 2)

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de **4.9302 ha** para la obra en estudio, por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente**.**

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla IV.235. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín entronque	Selva baja caducifolia	1652.32	0.026	0.762	1.00	1.00	32.736	4.9302	161.394

La erosión SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN nos indica una pérdida de suelo de **161.394 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **1.61 mm**; si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. Lo que representa un incremento de pérdida de suelo de **155.584 ton/año**, dicho suelo se recuperará con la implementación de medidas de mitigación.

Comparativa de Escenarios

A continuación, se presenta el resumen obtenido de la estimación de erosión bajo las condiciones (actual y durante) en la superficie solicitada para CUSTF (4.9302 hectáreas).

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Con cubierta vegetal Escenario 1	Sin cubierta vegetal Escenario E2
					Erosión Hídrica (ton/año)	Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810	161.394
A COMPENSAR						**155.584**

Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a **161.394 ton/año**, respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año.**

C) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con la obra construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del o los predios en estudio (sin proyecto = **5.810 ton/año**) en los predios y posterior al CUSTF (con proyecto = **161.394 ton/año**), se aprecia una diferencia de **155.584** ton/año, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas. En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.236. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	5.810	161.394	155.584
Total	**4.9302**	**5.810**	**161.394**	**155.584**

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **155.584** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobe todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto puntual a largo plazo, en la cual se abrirá una franja de vegetación paulatinamente durante toda la vida útil del proyecto y alrededor del mismo que servirá como barreras corta viento (árboles y arbustos), reduciendo así la erosión hídrica.

Tabla IV.237. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas de vegetación	Volumen Ton/total de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Selva baja caducifolia (SBC)	155.584	13	12.0	156.00
Total	**155.584**	**13**		**156.00**

En donde se plantea la construcción de **13 fajitas o cordones** de vegetación muerta a curva de nivel o en su caso de piedra acomodada, con una longitud de 20.0 m x 1.0 m de alto y 1.5 m largo cada una y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presentes a un costado del área del CUSTF del proyecto (zona de amortiguamiento), por lo que estos representarán una capacidad de retención de **156.00 ton/año**, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar **0.416** ton/año, (**155.584** ton/año que se incrementara con el CUSTF – **156.00** ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

Erosión eólica

1. ***Escenario actual 1 (antes de la remoción de la vegetación).***

La superficie sujeta a CUSTF presenta vegetación de selva baja caducifolia de acuerdo a la clasificación que se determinó durante los muestreos de campo; actualmente en el predio del proyecto sujeto a CUSTF ocurre una pérdida de suelo por acción del viento (erosión eólica) a una tasa de **8.360 ton/ha/año** por ha por lo que la erosión eólica real en el área sujeta a CUSTF es de **41.215 ton/año** del área de CUSTF total.

Tabla IV.238. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación forestal.

							Con cubierta vegetal E1	Con cubierta vegetal E1 (CUSTF)
Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)	**Rugosidad (K)**	**C**	**L**	**Tipo de vegetación**	**Con V**	**Sin V**	**Erosión eólica (t/ha/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	8.360	41.215

2. Escenario 2 con proyecto y sin medidas de mitigación.

En este escenario se considera la remoción de la vegetación por la superficie de CUSTF que corresponde al proyecto en estudio. De acuerdo a los resultados de la estimación de pérdida de suelo en este escenario, la erosión eólica resultó ser de **1.095 ton/año** por ha en el área total propuesta a CUSTF; lo que representa un incremento de dicha pérdida de suelo de **1.095 ton/año** del área de CUSTF total, con relación a lo que ocurre en el escenario actual, dicho suelo se recupera con la implementación de medidas de mitigación para mayor referencia de cada uno de los pasos Ver Anexo Calculo Erosión Eólica.

Tabla IV.239. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación

								Sin cubierta vegetal E2	Sin cubierta vegetal E2 (CUSTF)
Textura	**Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)**	**Rugosidad (K)**	**C**	**L**	**Tipo de vegetación**	**Con V**	**Sin V**	**Erosión eólica (t/ha/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Fina	193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	20.899	103.038

Con relación a los resultados presentados en la erosión eólica por el tipo de vegetación que corresponde al CUSTF y en sus diferentes escenarios con vegetación (Escenario 1) y sin vegetación (Escenario 2).

			Con cubierta vegetal (SIN CUSTF) E1	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
Polígono (F)	**CUSTF (Has)**	**Tipo de vegetación**	**Erosión eólica (ton/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Varios	4.9302	Selva baja caducifolia	41.215	103.038
A MITIGAR				**61.823**

La evaluación referente a la estimación de la erosión eólica dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, se realizó considerando la diferencia entre la superficie con cubierta vegetal E1 (situación actual) y sin cobertura vegetal E2 (durante el CUSTF), el resultado es el incremento de la erosión eólica (**61.823 ton/año**) que se esperaría si se produjera la remoción de la toda vegetación forestal y se dejara el suelo expuesto sin ningún tipo de recubrimiento, cabe hacer mención que la promovente realizará actividades para compensar la diferencia por el incremento de la erosión.

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del predio en estudio (sin proyecto = **41.215 ton/año**) en el predio y posterior al CUSTF (con proyecto = **103.038 ton/año**), se aprecia una diferencia de **61.823** ton/año, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.240. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte o construcción del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Selva baja caducifolia	4.9302	41.215	103.038	61.823
Total	**4.9302**	**41.215**	**103.038**	**61.823**

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **61.823** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobe todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto lineal, en la cual se abrirá solo una franja de vegetación y se respetara la cubierta de sotobosque alrededor del mismo que sirven como barreras corta viento, evitando así la erosión eólica.

Tabla IV.241. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas o cordones de vegetación muerta	Volumen Ton/total/año de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Selva baja caducifolia	61.823	5.5	12.0	66.00
Total	**61.823**	**5.5**		**66.0**

En donde se plantea la construcción de 5.5 fajitas o cordones de vegetación muerta a curva de nivel, con una longitud de 20.0 cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presente y donde se efectuará el CUSTF y en el espacio que comprende el proyecto, por lo que estos representarán una capacidad de retención de **66.0 ton/año**, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar **4.177** ton/año. (**61.823** ton/año que se incrementara con el CUSTF – **66.0** ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

Agua

Hidrología superficial y subterránea

Hidrológica superficial

De acuerdo con los estudios de CONAGUA (2007), el recurso hídrico prevaleciente en el **SAR** o **CHF** corresponde a las aportaciones que tengan las regiones hidrológicas y cuencas donde está inmerso y contenida en la información digital vectorial denominada "Hidrología 2.0", dentro de la región Hidrológica, RH12 "**Lerma-Santiago**", en la Cuenca **Río Laja** y específicamente en la subcuenca **Río Apaseo**.

Tabla IV.242. Esquema de las unidades y subunidades hidrológicas en la región del Proyecto.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
SAR o CHF		
Cuenca Río Laja	Subcuenca Río Apaseo	La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)
AI		
Cuenca Río Laja	Subcuenca Río Apaseo	La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)
AP		
Cuenca Río Laja	Subcuenca Río Apaseo	La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)

Hidrología subterránea

La hidrología subterránea, como se sabe, se refiere al agua que se encuentran bajo tierra a diferentes profundidades formando grandes yacimientos considerados como reservas o acuíferos, estos pueden tener o no movimientos, interactúan con los suelos y rocas, el agua se puede encontrar en estado líquido, sólida o gaseosa. Uno de los objetivos del estudio de la hidrología subterránea es saber la ubicación de los acuíferos, condiciones que determinan la calidad del agua, establecer medidas de aprovechamiento, regulación y

extracción para uso y no sobreexplotación. Geohidrolígicamente el área de estudio se ubica mayormente en los acuíferos denominados Valle de Querétaro y Valle de San Juan del Río.

Nota. No se extraerá agua ni se solicitarán permisos para la explotación de pozos. El consumo de agua requerido para la **obra en estudio**, será el uso de agua comprada para operar mediante un circuito cerrado.
Y específicamente el área del proyecto en estudio se ubica dentro del acuífero Valle de Querétaro y Valle de San Juan del Río el cual se describe a continuación:

Acuífero Valle de San Juan del Rio

El acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, se localiza en la porción sur del Estado de Querétaro, comprende una superficie de 2,031.38 kilómetros cuadrados y abarca en su totalidad a los municipios de San Juan del Río, Pedro Escobedo y parcialmente a los municipios de Tequisquiapan, Colón, El Marqués, Amealco de Bonfil, Huimilpan, y Querétaro todos ellos en el Estado de Querétaro, administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo-Norte. En el acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, cruza el parteaguas continental, que divide al acuífero hidrológicamente en dos zonas; la primera se ubica en la porción noroeste del acuífero la cual pertenece a la Región Hidrológica número 12 Lerma-Santiago y forma parte de la cuenca del Río Querétaro, mientras que la mayor parte del acuífero se encuentra en la Región Hidrológica número 26 Pánuco; y forma parte de la cuenca hidrológica Río San Juan.

El acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, es un acuífero multicapa semiconfinado, donde el agua subterránea se extrae de diferentes profundidades, de formaciones rocosas con diversas condiciones físicas; es anisotrópico, formado por una serie de depósitos volcánicos de caída libre, con intercalación de depósitos granulares de espesores reducidos. Bajo este material se encuentran rocas volcánicas de composición básica, principalmente andesitas y basaltos con permeabilidad de media a alta, los cuales aportan la mayor cantidad de agua subterránea que actualmente se extrae del acuífero.

El funcionamiento hidráulico del acuífero Valle de San Juan del Río, clave 2203, ha cambiado significativamente a raíz de que la recarga natural se ha visto sobrepasada considerablemente por los volúmenes de extracción de agua subterránea, provocando en varios casos que las direcciones de flujo subterráneo no sigan su tendencia original y éstas se invirtieran hacia el interior de los valles, propiciando así la formación de conos de abatimiento.

Acuífero Valle de Querétaro

Dentro del acuífero Valle de Querétaro en su zona comprendida en el valle se han realizado actividades de exploración geofísica consistente en la ejecución de sondeos eléctricos verticales tipo Schlumberger, distribuidos a lo largo y ancho del valle, trabajos realizados por varias empresas en diferentes años cuyos resultados apoyados en cortes litológicos de pozos construidos en el valle sirvieron para definir el modelo conceptual del acuífero.

La profundidad del nivel estático en la zona plana del valle es de 100 a 110 metros. Localmente las máximas profundidades se encuentran en el Romeral, San Pedro Mártir, El Estadio y La zona Industrial Benito Juárez, con un promedio de 130 metros en las primeras tres y hasta 160 en la última. En la zona de la Cañada se localiza entre 50 y 70 m y en las proximidades de El Salitre y San Pedrito el Alto de 30 a 50 m. La línea elevación del nivel estático en el valle se caracteriza por el equipotencial 1700 msnm. La curva 1710 se restringe a las zonas de entrada y salidas subterráneas a la altura de los poblados Tlacote El Bajo, Zona Industrial, la Alameda y Villa Corregidora, así como a las zonas de sierra. El comportamiento general observado para este periodo indica que continúa presentándose la principal entrada de agua subterránea al valle procedente del valle de San Juan del Río Pedro Escobedo, con diferencias de carga entre las curvas equipotenciales 1800 a 1710 msnm en dirección del acuífero; éstas se encuentran aglutinadas en el estrecho natural que forma la estructura de la Cañada: para las entradas subterráneas procedentes de los valles de Huimilpan, Buenavista y El Tlacote se mantiene de igual forma la dirección del flujo subterráneo hacia el centro del valle de Querétaro, así como hacia el Estado de Guanajuato. En la zona de San Pedro Mártir continúa expandiéndose el cono piezométrico generado con la curva 1700 msnm, provocado esto por la constante extracción para abastecimiento público. Por otro lado, en la zona industrial se observa la máxima depresión piezométrica del acuífero Valle de Querétaro, representada por la línea equipotencial 1660 msnm, debido a factores de recarga y a la litología arcillosa del medio.

Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración.

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**2205.81 m^3/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran **5** m³/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1996-2024 son **133.20**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación meteorológica No 22070 denominada Plantel 7.

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **17.40** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **17.40 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **133.2 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en la estación meteorológica No 22070, denominada Plantel 7 (CONAGUA), se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

Vol = No zanjas/ha x No eventos/año x vol captado/zanjas = vol. Captación/año/ha

Vol = 6.44 x 65.9 x 5.0

Vol = 2121.98 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la LT Conín entronque = **9023.80 m³/año**, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la LT Conín entronque = **6817.99 m³/año**, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **2205.81 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **1.08 ha**, en las cuales se construirán **7.0 zanjas** bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente **35.0 m³/año por evento, que multiplicado por los 65.9 eventos al año, se logrará captar 2306.5 m³/año en las 1.08 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **2205.81 m³/año** (**9023.80 – 6817.99** m³/año), el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas.

En relación con la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.
- No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua**.

VIENTO

La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.4 meses, del 28 de mayo al 9 de octubre, con velocidades promedio del viento de más de 12.3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 28 de junio, con una velocidad promedio del viento de 13.7 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.6 meses, del 9 de octubre al 28 de mayo. El día más calmado del año es el 21 de diciembre, con una velocidad promedio del viento de 10.9 kilómetros por hora.

El viento con más frecuencia viene del oeste durante 1.4 meses, del 29 de febrero al 12 de abril, con un porcentaje máximo del 39 % en 27 de marzo. El viento

con más frecuencia viene del este durante 11 meses, del 12 de abril al 28 de febrero, con un porcentaje máximo del 41 % en 1 de enero.

VEGETACIÓN

En la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), donde se ubica el proyecto, se identifican 8 ambientes bien definidos y determinados por los componentes ambientales, tales como el tipo de suelo, pendiente y uso de suelo.

En la tabla IV.243 se presentan las superficies y porcentajes de los diferentes usos del suelo presentes en el área de estudio, cabe aclarar que para el caso específico de las zonas con vegetación forestal se utilizó las cartas temáticas de la serie VII de INEGI mediante el cual señala el área en estudio como zona de vegetación de selva baja caducifolia (SBC)

Tabla IV.243. Usos del suelo y vegetación en el área de estudio.

Valores Sistema Ambiental	Área	
	(km²)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	84.65	31.84
Agricultura de temporal anual	79.67	29.96
Asentamientos humanos	35.6	13.39
Cuerpo de agua	0.37	0.14
Desprovisto de vegetación	2.37	0.89
Matorral crasicaule	3.27	1.23
Pastizal inducido	3.56	1.34
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	28.07	10.56
Veg. sec. arbustiva de matorral crasicaule	1.61	0.61
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	26.73	10.05
Total	**265.9**	**100.0**

Comunidad vegetal presente en el predio en proyecto

La vegetación de selva baja caducifolia, se trata de comunidades forestales con una fisonomía bien definida, dada por la morfología de las hojas de los árboles dominantes,

aunque ecológicamente éstas presentan notables diferencias, como es común en lugares de climas fríos, templados y semicálidos. Esta comunidad está dominada por árboles bajos de entre 4 y 12 m que pierden sus hojas en la época de secas y que se mantienen así entre 6 y 7 meses. Entre las especies dominantes, muchas tienen cortezas exfoliantes de colores vivos o claros, y varios árboles ramifican cerca de la base. Después de la época de lluvias se desarrollan las hojas, que son de color verde claro brillante generando un contraste entre sequía y lluvias muy fuerte en el paisaje. El bosque se establece en suelos someros, bien drenados y derivados de rocas ígneas en zonas de climas cálidos subhúmedos o semisecos, entre los 500 y 1800 m de altitud (Zamudio et al., 1992).

El tipo de vegetación es de **selva baja caducifolia (SBC)** y el uso del suelo con base en la clasificación es **forestal**. Los usos de suelo y vegetación suelo se presenta en la tabla IV.244 y la ubicación de las áreas forestales donde se requiere el cambio de uso de suelo se presentan en la tabla IV.245.

Tabla IV.244. Uso de suelo y vegetación en el área dle Proyecto en estudio

Uso de Suelo y/o Vegetación	Área (m²)	Área (ha)
Agrícola	11,597.01	1.1597
Bosque de galería	3,834.45	0.3834
Camino	10,608.81	1.0609
Carretera	6,716.52	0.6717
Ferrocarril	1,682.32	0.1682
Pastizal inducido	58,735.70	5.8736
Selva baja caducifolia (SBC)	49,302.42	4.9302
Sin vegetación aparente	19,286.95	1.9287
Zona federal CFE	820.83	0.0821
Zona urbana	12,827.60	1.2828
Total	**175,412.62**	**17.5413**

Tabla IV.245. Superficie forestal en Proyecto en estudio y que require CUSTF

Relación de volumen total a remover			
Predio	**Tipo de vegetación**	**Superficie (HA)**	**Volumen Total/ tipo de veg. m³ V.T.A.**
Línea de Transmisión (LT)	Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	12.0715
	TOTAL	**4.9302**	**12.0715**

Selva baja caducifolia (SBC)

En este apartado se hace una descripción de las condiciones, de las densidades, frecuencias y densidades relativas, así como de los índices de valor de importancia y de diversidad de la vegetación de desiertos arenosos presente en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y en el o los predio (s) donde se ubica el proyecto.

- Composición florística

Durante los muestreos de campo se registraron las especies florísticas, tanto del área del proyecto y de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado).

El estado de conservación en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuencas La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) que registra esta comunidad vegetal, cualitativamente tiende a ser bajo, debido a que los terrenos que tuvieron vegetación forestal se han venido utilizando para la agricultura de riego sobre todo en terrenos con pendientes suaves donde el principal uso es el agrícola y pecuaria; y en aquellos que se establecieron en laderas por la erosión presentada en el suelo se encuentran en desuso o tienen afinidades para actividades pecuarias y agrícolas; la incidencia sobre la comunidad vegetal de vegetación de selva baja caducifolia, también se ha venido presentando por la construcción y operación de caminos de terracería, aprovechamientos forestales, así como también el crecimiento de la frontera urbana y suburbanas o rurales.

Con relación a “perturbaciones” que se presentan en el proyecto en estudio, se encuentra cualitativamente en mal estado, sin embargo, fuera de este a los costados del proyecto en estudio se observa perturbaciones debido principalmente a las actividades pecuarias, urbanas, agrícolas, aprovechamientos forestales y urbanas o sub urbanas (rurales), así mismo las construcciones de carreteras y caminos vecinales ha propiciado un deterioro en el suelo, la flora y fauna del lugar.

El estado de la riqueza, abundancia y diversidad florística del SA

Estos indicadores presentan los siguientes números para la vegetación de selva baja caducifolia (SBC).

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 62.13%, le sigue la “*Prosopis laevigata*” con el 8.11% y la “*Celtis pallida*” con el 6.65%, que juntas tienen una importancia por encima del **76.89%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Croton morifolius*” la cual registra un 22.62%, le sigue la “*Montanoa leucantha*” con el 19.92% y la “*Karwinskia humboldtiana*” con el 15.56%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.10%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Echinocereus cinerascens*" la cual registra un 63.62%, le sigue el *Jatropha dioica* con 16.01% y por último la *Tillandsia recurvata* con el 11.85%, que tiene una importancia por encima del **91.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **14**

especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.55%), *Cenchrus ciliaris* (12.27%) y *Simsia amplexicaulis* (9.60%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **70.42%.**

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.27698)*, Acacia farnesiana* (0.20156) y *Prosopis laevigata* (0.1749); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron el *Ipomoea murucoides*, *Bursera copallifera* y *Opuntia lasiacantha* con un valor de 0.01044, cada una

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.3657)*, Karwinskia humboldtiana* (0.34207) y *Montanoa leucantha* (0.24591); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Mimosa biuncifera*, *Mimosa biuncifera* y *Dalea bicolor* cada uno con un valor de 0.01396.

- ✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.3617)*, Echinocereus cinerascens* (0.35742) y *Tillandsia recurvata* (0.33162); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Aloe vera* con 0.00219, *Agave salmiana* con 0.00401 y *Coryphantha radians* con un valor de 0.00729.

- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.36421, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.29926 y *Eragrostis cilianensis* con 0.23088; por último, los más bajos son *Crotalaria sagittalis* con *0.02556, Abutilon dugesii* con 0.04449 y *Waltheria indica* con 0.04449.

- ➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5101**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.3462**.

- ➢ El **estrato arbustivo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **20** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6698**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.9957** y **H´** es de **2.0064**.

- De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5273**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1585**.

- El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7083**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.8692**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **76.89%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **20** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.10**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **91.48%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **70.42%**.

Tabla IV.246. Resumen de Indicadores de diversidad

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	1.3462	0.5101
	Estrato arbustivo	20	2.0064	0.6698
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1585	0.5273
	Estrato herbáceo	14	1.8692	0.7083

El estado de la riqueza, abundancia y diversidad florística del Predio sujeto a CUSTF de la obra en estudio

Estos indicadores presentan los siguientes números para la vegetación de selva baja caducifolia (SBC).

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 27.56%, le sigue la "*Acacia farnesiana*" con el 18.55% y la "*Celtis pallida*" con el 12.37%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Karwinskia humboldtiana*" la cual registra un 26.67%, le sigue la "*Croton morifolius*" con el 23.03% y la "*Mimosa biuncifera*" con el 17.98%, que juntas tienen una importancia por encima del **67.68%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Tillandsia recurvata*" la cual registra un 55.77%, le sigue el *Aloe vera* con 21.09% y por último la *Jatropha dioica* con el 15.39%, que tiene una importancia por encima del **92.25%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **07** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.37%), *Cenchrus ciliaris* (26.89%) y *Simsia amplexicaulis* (9.45%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **84.71%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.36033), *Acacia farnesiana* (0.33268) y *Celtis pallida* (0.25196); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron la *Ehretia anacua* con 0.02853, *Opuntia lasiacantha* con 0.03946 y *Bursera copallifera* con un valor de 0.08374.

✓ El índice de diversidad para el **estrato** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.35432), *Parthenium incanum* (0.33072) y *Mimosa biuncifera* (0.30622); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Condalia velutina* con 0.00853, *Baccharis pteronioides* con 0.02136 y *Dalea bicolor* con un valor de 0.02136.

✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.36179), *Tillandsia recurvata* (0.32493) y *Echinocereus cinerascens* (0.18409); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Cissus sicyoides* con 0.00787, *Coryphantha radians* con 0.00787 y *Agave salmiana* con un valor de 0.02998.

✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.3426, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.3531 y *Panicum fasciculatum* con 0.24214; por último, los más bajos son *Zinnia peruviana* con 0.04587, *Crotalaria sagittalis* con 0.06276 y *Waltheria indica* con 0.09189.

➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **12** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8056**.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.4849** y **H´** es de **2.0019**.

- El **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **17** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7148**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **2.0252**.

- De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5238**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1509**.

- El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6715**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H´** es de **1.3066**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **12** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.48%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **17** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **67.68**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **92.25%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a

su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.71%**.

Tabla IV.247. Resumen de Indicadores de diversidad

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	12	2.0019	0.8056
	Estrato arbustivo	17	2.0252	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1509	0.5238
	Estrato herbáceo	7	1.3066	0.6715

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística

La situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) como en área del Proyecto (tabla IV.247).

Tabla IV.248. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y a nivel predios CUSTF.

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)		Índice de equidad de Pielou (J`)	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	12	1.3462	2.0019	0.5101	0.8056
	Estrato arbustivo	20	17	2.0064	2.0252	0.6698	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	9	1.1585	1.1509	0.5273	0.5238
	Estrato herbáceo	14	7	1.8692	1.3066	0.7083	0.6715
Bosque de galería	Estrato arbóreo	2	1	0.1985	0.0	0.2864	0.0
	Estrato arbustivo	4	2	1.0871	0.5623	0.7842	0.1985
	Estrato herbáceo	3	1	0.3813	0.0	0.3471	0.0

Tabla IV.249. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de selva baja caducifolia presentes a nivel Cuenca hidrológica forestal o Sistema Ambiental Regional y del o los predios sujetos a CUSTF

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	196	320
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	88	168
3	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	1612	432
4	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	32	40
5	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	152	172
6	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	52	44
7	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate	4	0
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	116	72
9	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	28	120
10	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	156	40
11	*Schinus molle* L.	Pirul	8	0
12	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	3	32
13	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	8
14	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	3	12
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	4	12
2	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	84	40
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	12	0
4	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	48	220
5	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	12	4
6	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	572	852
7	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	24	48
8	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	192	68
9	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	80	36
10	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	16	12
11	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	416	352
12	*Lantana hirta* Graham	Cinco negritos	8	552
13	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	4	168

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
14	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	196	20
15	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	12	28
16	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	8	28
17	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	24	0
18	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Tronador	20	0
19	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	1	60
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	2	12
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	24	4
2	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	16	4
3	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	6900	236
4	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	4548	1040
5	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	116	56
6	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	152	96
7	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	3264	1920
8	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina* (Trel.) Gentry	Maguey	8	20
9	*Aloe vera* L.	Sabila	4	56
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Abutilon dugesii* S.Watson	Farolito	4000	0
2	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Pasto tres barbas	176000	206000
3	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	70000	108000
4	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Amor de viejo	12000	0
5	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch.	Zacate apesto	42000	0
6	*Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violeta verde	6000	0
7	*Panicum fasciculatum* Sw	Zacate guinea	28000	44000
8	*Rivinia humilis* L.	Coralillo	14000	0
9	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahualillo	32000	24000
10	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Diente de León	6000	0
11	*Tetramerium nervosum* Ness.	Olotillo	14000	0
12	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Mal de Ojo	8000	4000
13	*Crotalaria sagittalis* L.	Sonaja	200	6000

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
14	*Waltheria indica* L.	Tapacola	4000	10000

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en la cuenca presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Acacia farnesiana, Celtis pallida, Opuntia streptacantha, Bursera copallifera, Calliandra eriophylla, Baccharis pteronioides, Croton morifolius, Lantana hirta, Mimosa biuncifera, Aloysia gratissima, Cenchrus ciliaris, Aristida divaricata, Jaltomata procumbens* y *Crotalaria sagittalis*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos secundarios, es por esto que estas especies *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis*, resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en los predios sujetos a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis,* también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) con densidades relativamente bajas.

Así mismo, se identificaron especies del estrato herbáceo de gramíneas tales como: *Aristida divaricata, Cenchrus ciliaris, Eragrostis cilianensis* y *Panicum fasciculatum*, lo que nos indica el nulo pastoreo de ganado de tipo vacuno, es nulo, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) se localizó la especie *Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis,* las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a amenazada (A), esta si se presentaron en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), y en el área del proyecto sujeto a CUSTF, la denominada biznaga (*Coryphantha radians (DC.) Britton & Rose*).

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, las comunidades analizadas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una equititividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en los ecosistemas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.

- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y en el área objeto de CUSTF.

- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una composición florística variable.

- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en el área de estudio (*Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis*) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos del predio sujeto a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que lo datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

Análisis de Similitud entre comunidades de flora de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) y el Proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizara un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) de los ecosistemas y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra.

Para establecer el grado de similitud entre la comunidad, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre la unidad de análisis (cuenca) y el área del proyecto. El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

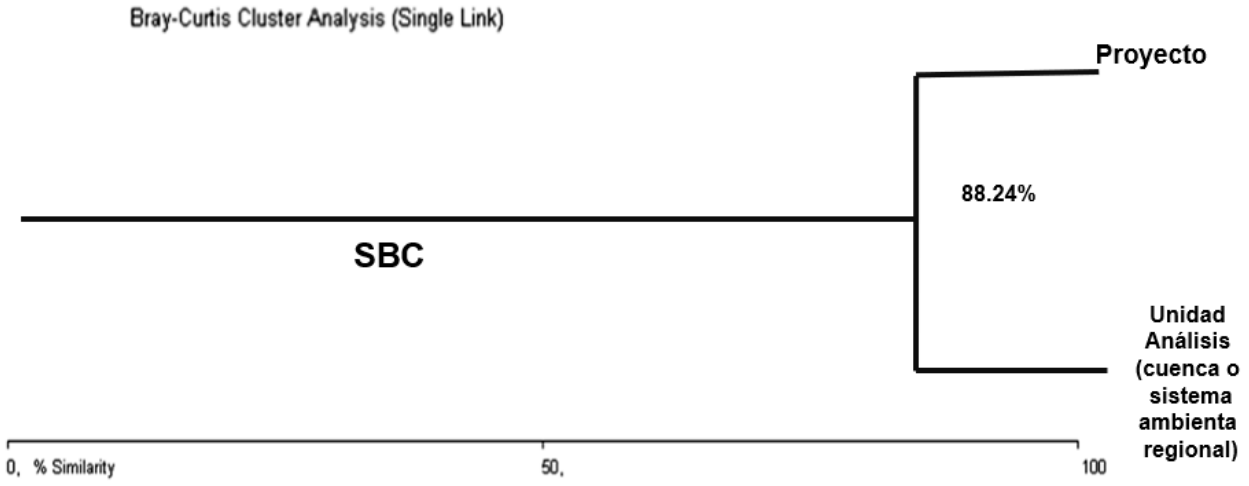
Coeficiente de similitud de Bray-Curtis

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B)

Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional)

Tabla IV.250. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de selva baja caducifolia entre el Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional). Ambas comparten un 88.24% de las especies

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	57	45
Índice de Similitud	0.88	
% de Similitud	88.24%	



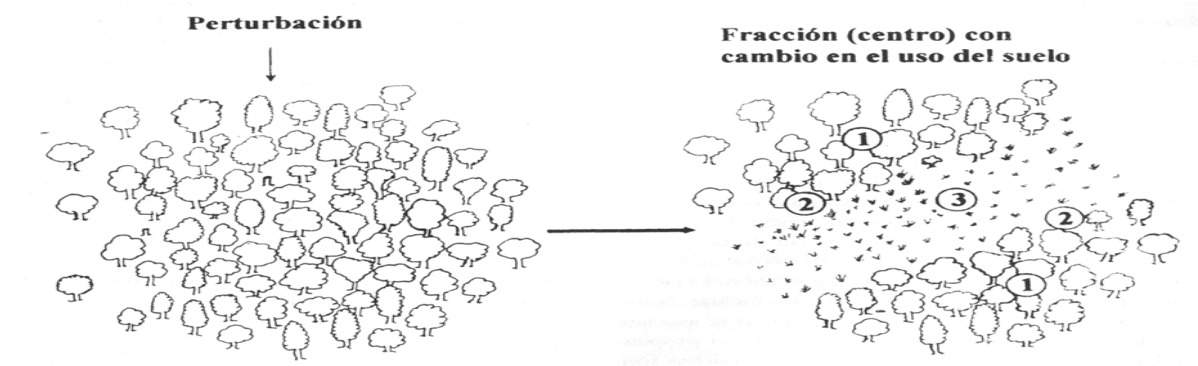
Grafica IV.84. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de selva baja caducifolia entre la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y los predios de CUSTF es de 88.24%.

Por último, cabe señalar lo siguiente: entre las consecuencias del disturbio persistente provocado por actividades humanas (que comúnmente implican cambios en el uso del suelo) cabe destacar la modificación de la vegetación natural, conformada por una fragmentación de hábitats de diversos tipos; éstos aparecen en el escenario como mosaicos, en los cuales se alternan fracciones de un hábitat con diferentes estados de

alteración. Ello significa el rompimiento de la continuidad de comunidades bióticas naturales y, como consecuencia, la aparición de diferentes condiciones de hábitat a las cuales se ven sometidas las especies de una comunidad. Esas condiciones son las que prevalecen en el interior, en las orillas (zonas de ecotono) y en el exterior de un bosque, y son conocidas como ambientes de fragmentación. En el caso del ambiente externo, y posiblemente el de las orillas, el disturbio podría afectar la propagación natural por vía sexual (semilla), pero tal vez favorezca especies que dependen de la vía asexual (producción de rebrotes) para su regeneración, por lo cual el efecto que se tiene actualmente está generando en la comunidad un efecto como el anteriormente mencionado, permitiendo con esto mitigar el impacto que se provoca por la realización del proyecto.

Por lo anterior, es importante conocer el estado que guardara la comunidad vegetal después del desarrollo del proyecto, (figura IV.22. Inciso A); actualmente y como producto de las diversas actividades antropogénicas se tiene el escenario (B), (figura IV.22, inciso B), en el cual se observa el efecto de fragmentación de los ecosistemas que se tiene y los procesos de sucesión que se están dando actualmente, principalmente debido a la ampliación de la frontera agrícola y el desorden en el establecimiento de los asentamientos humanos.

Figura IV.22. Esquema donde se observa el estado antes del proyecto y después del proyecto**.**



(A) (B)

En base al análisis antes mencionado se puede observar que los predios forestales, presentan un grado de alteración como se observa en la figura anterior en el inciso (B), por lo cual las medidas de mitigación descritas en el DTU, son las adecuadas ya que cumple con su misión y evitarán un deterioro mayor al que están expuestos los predios forestales dentro del área del proyecto. Y en lo referente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARTNAT-2010, así como las especies con importancia ecológica, se verán

afectadas sus poblaciones ya que dentro de los predios de CUSTF serán afectadas debido a que se encuentran dentro de los mismos.

FAUNA

Importancia faunística del predio y área de estudio

La unidad de análisis sistema ambiental (microcuencas La Cañada y General Lazaro Cardenas) se localiza al este de la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro y biogeográficamente es considerada como parte del dominio Neotropical (Margalef, 1998) dentro de la provincia del Eje Neovolcánico Transversal en una zona de transición Neártica-Neotropical.

La fauna es uno de los componentes más susceptibles a los impactos ocasionados por las actividades humanas. Su presencia o ausencia en zonas seleccionadas para el desarrollo de actividades productivas es determinante para dirigir la intensidad de uso de la zona y del diseño de las actividades de protección y mitigación de los impactos ocasionados. Dentro de las modificaciones al entorno por el desmonte para la **el proyecto en estudio**; los impactos de esta actividad a la fauna de la región son localizados debido a la pérdida de hábitat ocasionado por el desmonte y la construcción, sin embargo, es muy puntual.

Es importante señalar que la construcción de la obra no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes (zona urbana, pecuaria, agricultura y deforestación). Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio de la obra eléctrica).

La fauna que característica de la región su condición en cuanto a riqueza e índices de diversidad es la siguiente.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el predio y área de estudio

Sinopsis de los estudios faunísticos realizados (riqueza, abundancia y diversidad faunística de la unidad de análisis o SAR)

Frecuencia relativa: El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de la unidad de análisis sistema ambiental, en términos de frecuencia relativa es de la siguiente manera (resultado de los muestreos):

Aves: Las especies Torcacita de cola larga, Gorrión arlequín, Verdugo y Zenzontle (58.3%) de frecuencia relativa cada uno) fueron las que se detectaron con mayor frecuencia en los sitios de muestreo.

Mamíferos: La frecuencia de especies en relación a la totalidad de los muestreos son: Ardilla negra 33.3%, Cacomixtle norteño 33.3%, Tlacuache norteño 22.2%, Conejo del desierto 22.2%, Zorra gris 22.2%, Zorrillo pigmeo del sur 11.1% y Zorrillo listado del sur 11.1%. de frecuencia relativa.

Reptiles y Anfibios: La única especie registrada fue la Lagartija espinosa de collar y fue registrada en solo 2 sitios de muestreo con una frecuencia relativa de 16.7%.

Tabla IV.251. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del sistema ambiental regional o cuenca hidrológica forestal.

Indicador	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Herpetofauna	1	-	-
Avifauna	40	3.13	0.85
Mastofauna	11	2.14	0.89

Sinopsis de los estudios faunísticos realizados (riqueza, abundancia y diversidad faunística del o los predios del proyecto

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Aves. La especie Gorrión arlequín fue la que presentó los valores de abundancia absoluta más altos con 27 (17.9% de abundancia relativa).

Mamíferos: Las especies registradas más abundantes fueron la ardilla negra y el cacomixtle norteño con 3 individuos y una abundancia relativa de 21.4% cada uno.

Reptiles y Anfibios. No se registraron especies de herpetofauna dentro del área del proyecto

Tabla IV.252. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del predio en estudio.

Indicador	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Herpetofauna	0	-	-
Avifauna	28	2.88	0.86
Mastofauna	7	1.87	0.96

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

Análisis comparativo del predio del proyecto con la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional), y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental regional.

Tabla IV.253. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´) e Índice de equidad de Pielou (J`).

Indicador	Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)		Índice de equidad de PIELOU(J´)	
	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO
Herpetofauna	1	0	-	-	-	-
Avifauna	40	28	3.13	2.88	0.85	0.86
Mastofauna	11	7	2.14	1.87	0.89	0.96

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis sistema ambiental presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis sistema ambiental presenta una mayor riqueza y más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis sistema ambiental presenta alta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis sistema ambiental presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad faunística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis sistema ambiental y en el área sujeto a CUSTF.

- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis sistema ambiental y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis sistema ambiental y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis sistema ambiental.

Adicionalmente, es importante mencionar que todas las especies halladas en los muestreos, también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis sistema ambiental e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los transectos referidos anteriormente.

De acuerdo al análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis sistema ambiental como para el área del proyecto (área de CUSTF), se hacen las siguientes inferencias:

El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizó en el área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de la unidad de análisis sistema ambiental que las reportadas en la zona sujeta a

cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza especifica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en la unidad de análisis sistema ambiental en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Tabla IV.254. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional)

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Ammodramus savannarum	9	6.0	4	33.3	1.00	10	3.0	4	33.3	0.57
Bubulcus ibis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Buteo jamaicensis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.08
Camptostoma imberbe	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Campylorhynchus brunneicapillus	4	2.6	3	25.0	0.44	5	1.5	3	25.0	0.29
Caracara plancus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Cathartes aura	2	1.3	2	16.7	0.22	1	0.3	1	8.3	0.06
Catherpes mexicanus	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Chondestes grammacus	27	17.9	6	50.0	3.00	29	8.7	7	58.3	1.66
Columbina inca	11	7.3	6	50.0	1.22	19	5.7	7	58.3	1.09
Crotophaga sulcirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	6	1.8	4	33.3	0.34
Cynathus latirostris	2	1.3	1	8.3	0.22	9	2.7	7	58.3	0.51
Falco peregrinus	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Falco sparverius	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Haemarhous mexicanus	12	7.9	4	33.3	1.33	18	5.4	6	50.0	1.03
Icterus cucullatus	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Icterus pustulatus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Lanius ludovicianus	5	3.3	4	33.3	0.56	9	2.7	7	58.3	0.51
Melanerpes aurifrons	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Melospiza lincolnii	2	1.3	2	16.7	0.22	7	2.1	4	33.3	0.40
Mimus polyglottos	6	4.0	4	33.3	0.67	10	3.0	7	58.3	0.57
Molothrus aeneus	3	2.0	1	8.3	0.33	23	6.9	2	16.7	1.31
Molothrus ater	2	1.3	1	8.3	0.22	32	9.6	1	8.3	1.83
Passer domesticus	11	7.3	4	33.3	1.22	9	2.7	2	16.7	0.51
Passerina caerulea	1	0.7	1	8.3	0.11	3	0.9	2	16.7	0.17
Phainopepla nitens	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Polioptila caerulea	6	4.0	5	41.7	0.67	6	1.8	4	33.3	0.34
Pyrocephalus rubinus	6	4.0	5	41.7	0.67	8	2.4	5	41.7	0.46
Quiscalus mexicanus	0	0	0	0	0	2	0.6	1	8.3	0.11
Sayornis nigricans	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Setophaga coronata	0	0	0	0	0	5	1.5	1	8.3	0.29
Spinus psaltria	6	4.0	3	25.0	0.67	10	3.0	6	50.0	0.57
Spizella passerina	11	7.3	3	25.0	1.22	8	2.4	4	33.3	0.46
Sporophila torqueola	0	0	0	0	0	7	2.1	4	33.3	0.40
Toxostoma curvirostre	3	2.0	3	25.0	0.33	6	1.8	5	41.7	0.34
Troglodytes aedon	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus crassirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus vociferans	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Xanthocephalus xanthocephalus	0	0	0	0	0	50	14.9	1	8.3	2.86
Zenaida macroura	14	9.3	7	58.3	1.56	21	6.3	6	50.0	1.20

ESPECIE/MAMIFEROS	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Bassariscus astutus	3	21.4	3	33.3	0.8	6	18.8	4	33.3	1.3
Didelphis virginiana	2	14.3	2	22.2	0.6	3	9.4	3	25.0	0.6
Lepus callotis	0	0	0	0	0	2	6.3	2	16.7	0.4
Liomys irroratus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Mephitis macroura	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Mus musculus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Peromyscus maniculatus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Sciurus aureogaster	3	21.4	3	33.3	0.8	5	15.6	4	33.3	1.0
Spilogale angustifrons	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Sylvilagus audubonii	2	14.3	2	22.2	0.6	5	15.6	4	33.3	1.0
Urocyon cinereoargenteus	2	14.3	2	22.2	0.6	6	18.8	6	50.0	1.3

Parea el caso de la herpetofauna, solamente se registró la especie *Sceloporus torquatus* en el sistema ambiental.

*Zonas de refugio***.** En base a las observaciones realizadas durante el muestreo en el campo se determinó que NO existen zonas de refugio para la fauna silvestre relevantes o prioritarias.

Paisaje

Para el análisis del paisaje se delimitaron 15 unidades paisajísticas con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VII de INEGI. En el sistema ambiental se presentan dos unidades paisajísticas dominantes del 50% del paisaje, la sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con agricultura de temporal anual (29.36% de la superficie) y lomerío de basalto con agricultura de riego anual y semipermanente (20.47% de la superficie).

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V)

Calidad Visual del Paisaje (CV), las clases de calidad visual determinadas dentro del sistema ambiental se muestran en la tabla siguiente y como se puede observar que la clase de calidad visual *baja* (47.52%) es la dominante, las unidades de paisaje tuvieron una clase baja de calidad visual debido a que las actividades antrópicas han alterado de manera negativa la valoración atractiva del paisaje.

Capacidad de Absorción Visual (CAV), las clases de capacidad de absorción visual presentes en el sistema ambiental. Como se observa la clase *baja* ocupa el 2.77% de la superficie en el sistema ambiental y la clase alta es de 33.96%. Esto se debe a que las principales topoformas en las zonas del sistema ambiental principalmente son zonas más planas y pocas con sierras.

Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental regional (V),

Tabla IV.255. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental regional.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
2	Poco Visible	1,237.50	4.65
1	Visible	25,352.49	95.35
Total		**26,589.98**	**100**

Como se puede observar el 11.11% de la superficie es visible, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 30° en las cuales se pueden encontrar topoformas de *Lomeríos* con vegetación menos densa (presencia de pastizales y zonas agrícolas) lo cual permiten la visibilidad del paisaje, mientras que la categoría de *Poco visible* representa el 88.89% de la superficie total de la sistema ambiental y está determinado principalmente por pendientes poco pronunciados lo que dificulta la visibilidad.

El grado de visibilidad dentro del área total del proyecto es dominada por la clase visible.

Calidad Visual Vulnerable (CVV)

Los resultados obtenidos indican que la clase alta es la que abarca la mayor superficie.

Medio socioeconómico

El objetivo de incluir el análisis de este componente como parte el estudio de impacto ambiental, radica en que el sistema ambiental regional donde se pretende realizar el proyecto será modificado por la nueva infraestructura, por ello es importante considerar que el medio físico y social se encuentran estrechamente vinculados, de manera que la dimensión social se comporta como un sistema receptor de las alteraciones.

La inserción de un proyecto en una zona cercana a núcleos poblacionales resalta la importancia de realizar un estudio de la situación actual del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población. Algunos de los beneficios que son generados por la realización de proyectos conllevan beneficios económicos para las comunidades así como beneficios sociales.

La información que se presenta está basada en los principales indicadores del II Conteo de Población y Vivienda 2020.

El diagnóstico y análisis de los datos estadísticos de la política sectorial en materia de crecimiento económico que se presentaron en las anteriores infografías del municipio de El Marqués, muestran en primera instancia, el desarrollo de las actividades económicas por sectores. Demuestran la importancia de implementar planes y programas que procuren el bienestar económico del municipio.

De acuerdo con el Censo de Población 2020, El Marqués cuenta con 231,668 habitantes de los cuales 50.2 % son mujeres y el 49.8 % son hombres. Los habitantes de El Marqués representan el 9.8 % de la población total de Querétaro en el 2020.

En el municipio de El Marqués asisten a la escuela 57,338 personas de 5 años y más. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 10.6 años y, de este rango de edad, el 96.6% son alfabetas. En El Marqués, el porcentaje de la población de 3 años y más que asiste a la escuela es del 27.82 %. Acumulando un porcentaje de 72.09 % de la población de 3 años y más que no asiste a la escuela.

De acuerdo con las últimas cifras del Censo de Población 2020, en El Marqués 7.9 de cada diez habitantes están afiliadas a algún servicio de salud pública o privada. Su población derechohabiente está afiliada principalmente al IMSS (70.1%), Seguro Popular (22.2%), Instituciones de servicios médicos privados (6.5%), ISSSTE (3.5%), y el resto a otras instituciones.

En El Marqués hay un total de 67,957 viviendas habitadas y representan el 10.2%.

En relación con el empleo y ocupación, el municipio El Marqués tiene un porcentaje de población de 12 años y más económicamente activa del 69.4 % del cual 41.6% es representado por la población femenina y el 58.4 % por la población masculina.

Las unidades económicas de ambos municipios se dedican principalmente a actividades vinculadas a las actividades secundarias: siendo la principal la de industrias manufactureras.

En cuanto a la agricultura, se encuentran registrados en el municipio El Marqués los productores beneficiados por el PROCAMPO fueron de 1,677, el municipio no tiene producción forestal maderable.

Del total de la superficie del entorno municipal de El Marqués, que comprende aproximadamente 78,771 hectáreas, el 96.96% se dedica a actividades agrícolas y ganaderas principalmente. Cabe referir, que el municipio de El Marqués está considerado como el de mayor potencial productivo en materia de agricultura y ganadería comparativamente con otros municipios del estado.

En el Marqués hay 828 unidades económicas de este sector registradas con un total de remuneraciones de 94.900 (millones de pesos).

En El Marqués se contabilizaron 1,570 unidades económicas con un total de remuneraciones de 2,172.552 (millones de pesos) y una producción bruta total de 33,606.941 (millones de pesos).

Del sector de industrias manufactureras que fue en el que más población se ocupa. En El Marqués, hay 286 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 1,771.199 (millones de pesos) y una producción bruta.

Respecto a la minería, El Marqués cuenta con 41 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 4.066 (millones de pesos) y una producción bruta total de 25.691 (millones de pesos).

Los servicios privados no financieros en El Marqués el total de remuneraciones de este sector es de 85.191 (millones de pesos) y una producción bruta total de 498.063 (millones de pesos).

Por último, el sector de transportes registró en El Marqués se registraron 22 unidades económicas, un total de remuneraciones de 206.729 (millones de pesos) y una producción bruta total de 1,128.931 (millones de pesos). Registrando 56,527 vehículos de motor en el municipio.

En el 2020 el municipio presentó el 34 % de su población en condiciones de pobreza (pobreza, pobreza extrema y pobreza moderada), en términos de cantidad de personas fueron 70,811 (en el 2010 fue el 48.7 %, que correspondía a 57,319 personas, en 2015 fue el 29.8 %, que representó 47,710 personas).

En el 2020, con base en el Informe de Desarrollo Humano Municipal, el índice de Desarrollo Humano (IDH) promedio de los municipios de Querétaro es igual a 0.781, clasificado como

alto, y es el décimo segundo del país. En el estado, el promedio municipal del Índice de Salud es el más alto (0.899), le siguen Ingreso (0.796) y Educación (0.666). Siendo la mayor brecha la educativa. El municipio de El Marqués ascendió de categoría de desarrollo humano con respecto al 2020, de Medio a Alto.

Las principales amenazas a su estabilidad son la fragmentación del hábitat causada por el cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero, vías de comunicación y desarrollo urbano, la actividad ganadera ha llevado a cabo la introducción diversos pastos exóticos, principalmente de origen africano y asiático los cuales son utilizados en los sitios de alimentación del ganado. Resulta importante considerar que el estado actual de la biodiversidad y de los ecosistemas del espacio geográfico manifiesta un impacto bajo de origen antropogénico, siendo principalmente la actividad agropecuaria acumulada a lo largo de varios años, lo cual concuerda con la tendencia registrada para nuestro país. La actividad humana se manifiesta como el factor principal en el desarrollo de esta tendencia de cambio, pero enmascara la complejidad real de muchos de los procesos conducentes al deterioro ambiental, los cuales van desde el interés propio de un individuo o de un grupo de individuos de sobreexplotar algunos recursos (bosques, suelo, agua), hasta el cambio de uso de suelo para actividades ilícitas, lo cual es característico en esta región del país.

Pobreza

De acuerdo con los datos de la Medición de Pobreza Municipal 2020, del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la situación sobre los tipos de pobreza[1] (pobreza, pobreza moderada y pobreza extrema) existentes en el municipio de El Marqués requieren que se les dé una atención prioritaria. En el 2020 el municipio presentó el 34% de su población en condiciones de pobreza (pobreza, pobreza extrema y pobreza moderada), en términos de cantidad de personas fueron 70,811 (en el 2010 fue el 48.7%, que correspondió a 57,319 personas; en 2015 fue el 29.8%, que representó 47,710 personas)

En situación de pobreza extrema, en el 2020 el municipio tuvo el 2.7% de su población, que significó 5,619 personas (en el 2010 fue el 8.0%, que correspondió a 9,445 personas; en 2015 fue el 2.5%, que representó 4,023 personas). En situación de pobreza moderada, en el 2020 el municipio tuvo el 31.3% de su población, que significó 65,192 personas (en el 2010 fue el 40.6%, que correspondió a 47,875 personas; en 2015 fue el 27.3%, que representó 43,686 personas). Respecto al nivel de ingresos, en el 2020 el 44.8% de la población del municipio presentó un ingreso inferior a la línea de la pobreza por ingresos,

que representó 93,191 personas (en el 2010 fue el 55.3%, que representó 65,190 personas; en 2015 fue el 38.9%, y 62,260 personas). Asimismo, en el 2020 el municipio tuvo 12.3% de su población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos, que representó a 25,624 personas (en el 2010 fue el 17.0%, que representó 20,013 personas; en el 2015 fue el 7.6%, y 12,122 personas).

En el aspecto económico La inflación general anual de 2021 terminó en 7.36%; asimismo, la inflación subyacente anual fue de 5.94% (que incluye productos menos volátiles en el mercado, como alimentos, bebidas, tabacos, servicios, vivienda, colegiaturas, entre otros), y la inflación no subyacente anual fue de 11.74% (bienes y servicios que son más volátiles: agropecuarios, frutas y verduras, pecuarios, energéticos, tarifas autorizadas por el gobierno, entre otros), según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI

La inflación general anual de 2021 resultó muy superior a la inflación objetivo de 3% +/- un punto porcentual estimada por el Banco de México para ese año. Dicho nivel de inflación general ha sido el más alto desde 2001'; y las estimaciones del Banco de México sobre la inflación general y subyacente para el 2022, así como las de mediano plazo se volvieron a incrementar². Es muy importante el seguimiento que se tenga de la inflación, obviamente por su impacto en el incremento de los precios de los insumos que adquiere para su operación el municipio; pero, sobre todo este crecimiento de la inflación debe preocupar por el impacto que este tiene en los grupos de la población más vulnerable, aunque también en sectores de la clase media. Un elemento al que no se le ha dado mucha difusión es a la creciente probabilidad del aumento del déficit de las finanzas públicas federales en la segunda mitad del actual gobierno y, por tanto, en su impacto negativo en la transferencia de recursos de la federación a las entidades federativas. Conviene que este panorama sea tomado en cuenta en los tres años por venir de la presente administración municipal.

Percepción de la población y aspectos socioeconómicos

A partir del conjunto de entrevistas realizadas, se elaboró las siguientes valoraciones sobre la percepción que la población tiene respecto a la introducción de una obra eléctrica, y propone algunas recomendaciones:

1. Existe un problema evidente de insuficiencia de energía eléctrica en toda la región visitada, que se expresa en continuos apagones debidos a sobrecargas, principalmente durante las tardes-noches por la utilización de equipos de refrigeración industrial y en los

hogares y cuando se presentan viento. La mayoría de las personas entrevistadas valoran que a medida que se ha incrementado la población, el número de aparatos y de actividades que requieren energía eléctrica, el problema se ha venido agudizando, convirtiéndose en una limitante para algunas actividades: tiendas, molinos, tortillerías, herrerías, agricultura, restaurantes. Toda vez que el uso de motores, que requieren de mayor carga eléctrica, se ve dificultado por la insuficiente potencia o sobre carga.

2. La percepción generalizada, es que una obra, de esta naturaleza beneficiaría a todos ya que hace falta más energía eléctrica. Es decir, la introducción de la electricidad se valora como un bien común y el conjunto de las entrevistas nos indican que en esto la gente está de acuerdo.

3. Será importante considerar las necesidades de energía de las localidades y de los municipios, así como la distribución que de ésta se vaya a hacer, ya que, en la actualidad una parte de la región recibe la energía proveniente de Molango, lo que es percibido por la población como un trato diferenciado.

4. La opinión sobre los beneficios de la introducción de más energía, si bien en general es de orden positivo, el énfasis en su necesidad conveniencia varía en función de los intereses representados. Así, dueños de tiendas, molinos, carnicerías, hoteles, restaurantes, y demás actividades que requieren de aparatos que funcionan a base de electricidad denotan una actitud más positiva; mientras que las personas dedicadas a las actividades agropecuarias reconocen la conveniencia de una obra de esta naturaleza, para el desarrollo del campo y la industria.

IV.5. Referencias

- Agenda Ecológica Federal, 2013. Ediciones fiscales ISEF, S.A. México, D.F.
- Allen S, D. 2000. National Audubon Society The Sibley Guide to Birds.
- Álvarez-Castañeda y S.T., Patton J.P. 2000. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guzmán, U, Arias, S, y Dávila, P. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. México, D.F.
- INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INGEI, 1995. Síntesis Geográfica del Estado de Querétaro. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- National Geographics, 2006. Field Guide to the Birds of North America, Washington, D.C, U.S.A.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para inclusión exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Sibley, D.A. Eleventh Printing, June 2010. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society.
- Stebbins, R. C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. 215 Park Avenue, New York, New York 10003.
- Transelec, S.A. 2009. DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
- Velázquez, R.L, y Gómez, D.J, 1997. Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.

- Propuesta de Guía para elaborar Manifestaciones de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión de 115, 230 y 400 kV., Subdirección de Construcción de C.F.E., 2003.
- Caire W. 1976. Distribution and Zoogeography of mammals of Sonora, Mexico. University of Albuquerque, New México. Albuquerque, New México, U.S.A.
- Conant R. and Collins J. 1998. 3ª edition. Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, New York, U.S.A.
- Gould F. 1978. Common Texas Grasses an Illustrated Guide. Texas A & M University Press. U.S.A. 266 p.
- Howell S. and Webb S. 1999. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford: University Press.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta uso de suelo y vegetación INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Edafológica, INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Superficial. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Subterránea INEGI. México.
- Ceballos Gerardo. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera Edición, México D.F., 986 P.
- Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
- Rzedowski, J., 1986, Vegetación de México, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
- Rzedowski, J. y Mc. Vauch. R., 1966, La Vegetación de la Nueva Galicia, University Herbarium, University de Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 123 p.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton, J.L. 1999. Mamíferos del noroeste de México. La Paz, B.C.S, México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología. A.C. 212 pp.
- Bibby, C.J., N.D. Burguess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, 257 pp.
- Bell, P y Wright, D. 1987. Rocas y minerales. Guías-Prácticas Omega. Editorial Omega.

- Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A.
- Canter, W. L., 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. España. 841 pp.
- Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México. Limusa, México.
- Conesa, F. V., 1997, Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
- Conesa Fdez-Vítora, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
- Derruau, M. 1966. Geomorfología. Editorial Ariel
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):1-31. México.
- Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies, Cornegie Museum of Natural History, Special Publications 17:1-73.
- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guerra-Peña, F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, Vol 1 y 2.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, 849 pp.
- INEGI. 2020, Tabulados básicos, XIII Censo de Población y Vivienda 2020.
- INEGI. 2020. III Conteo de población y vivienda 2020, www.inegi.gob.mx
- Leopold, L. B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circular 645. Washington, D.C.
- Lira, I., et.al. 1994. Diccionario de mamíferos. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- National Geographic, 2002. Field Guide to the Birds of North America. Washington, D.C., 480 pp.
- Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- Pérez-Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñiz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y CONABIO, 170 pp.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1994. Aves de México, Guía de Campo, Edit. Diana, S.A. de C.V., 2ª ed. México, 473 pp.

- SEMARNAT, 2020. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2020.
- SEMARNAT, 1998. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988.
- SEMARNAT, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2006.
- SEMARNAT, 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2018.
- SEMARNAT, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 8 de octubre de 2003.
- SEMARNAT, 2002. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2002.
- SSA, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. Diario Oficial de la Federación del 6 de diciembre de 1982.
- Stebbins, R. C. 1985. Western reptiles and amphibians. 2nd. Ed. Houghton Mifflin Co., USA.
- Vaughan, T.A., 2000. Mammalogy. Thomson Learning.
- Villa, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamérica, S: A. de C.V. 140 pp.
- Whitaker, Jo. O., Jr. 1996. Field guide to Mammals. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York.
- Sánchez, C. E.A., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cálculo de escurrimiento natural impactado por la anomalía de precipitación promedio de dieciséis modelos de circulación general atmosférica. Septiembre, 2009.
- Etchevers, B.J.D. et al., Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México, SEMARNAT, INE, CP Y UAch.
- Ordóñez, J.E.B., 2010. Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. WWF México. Programa Agua
- Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. “Diversidad y ecología de los Quirópteros en Pakitza”. Pp 593-612. *in*: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Avian Power Line interaction Comitte (APLIC), 1994.Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
- Bernard, E., 2001.“Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon”, Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.

- Bernard, E., 1998. “Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest”. Selbyana, 19: 268-269. *in*:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Berthold, P., 1993. Bird migration: a general survey. Oxford University. New York. 239pp.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, “An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencies of EIA in Mexico”, Environmental Impact Assessment Review, 18: 217-218, 237.
- DeGraaf, R., y Rappole, J., 1995. Neotropical migratory bird: natural history, distribution and population. Comstock. Itahaca. 676 pp.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- Francis, C. M., 1990. “Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia”. Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 pp.
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. “Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community”.Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. “The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna”. Pt. 1. Bulletin of the American Museum of Natural History, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de Perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.

- ASCE. 1975. Sedimentation Engineering. Ed. V. A. Vanoni. American Society of civil engineering. Manuals and Reports No. 54. 745 pp.
- BECERRA, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp.
- CHEPIL, W.S., and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. Adv. In Agron. 15: 211–302.
- FAO. 1979. A provisional methodology for soil degradation assesment.
- FIGUEROA, B. 1975. Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del rio Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- FIGUEROA, B., A. AMANTE, H. CORTES, J. PIMENTEL, E. OSUNA, J. RODRIGUEZ y F. MORALES. 1991.Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Edit. SARH-Colegio de Posgraduados. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. México. D. F. 150 pp.
- FITZ, P., E.A. 1984. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México.
- FOSTER, G.R. 1982. Modeling the erosion process. In C T Hann, H P Johnson and D L Brakensick (eds), Hydrologic modeling of small watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph 5: 297-380.
- HUDSON, N. W. 1995. Soil conservation. Third Edition. Batsford London. UK. 391 pp.
- LANGBEINn W.B and S.A Schumm. 1958. Yield of sedimens in relation to mean annual precipitation. Trnas. Am. Geophys. Union 39:1076-1084.
- LYLES, L. 1974. Speculation on the effects of wind erosion on productivity. Special Report to task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington D.C. U.S Department of Agriculture. 70 pp.
- MANNAERTS, C. 1999. Factores de erosión. Módulo 11: Degradación de suelos. ITC. Curso de Postgrado en levantamiento de recursos hídricos. Cochabamba, Bolivia.
- Norma Oficial Mexicana NOM 011 CNA 2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
- Ortiz, M. M., Anaya, M. y J. W. Estrada-Berg. 1992. Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Cuaderno de Edafología 19. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 161 pp.
- SCHOSINSKY , G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- Rev. Geol. Amér. Central, 23: 43-55.
- SCHOSINSKY , G. 2006: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos mensual. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35; 13-30

- SEMARNAT-UNAM. 2001. Inventario nacional forestal de la República Mexicana (cobertura digital). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- SEMARNAT. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, esc. 1:1 000 000. México, D.F. 146 pp.
- WILSON S.J y R.U. cooke. 1984. Erosión eólica. En R.J. Kirkby y R.P.C Morgan (eds). Erosión de Suelos. México. Limusa. 277-302 pp.
- WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.23 246 – 249.
- CONABIO, 1998. La Diversidad biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 341 pp.
- CONAFOR. 2010. Servicios ambientales. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php.
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/parques_nacionales.php
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. RAMSAR. http://ramsar.conanp.gob.mx/conanp_hum.php
- Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 1 de febrero de 2007.
- Congreso de la Unión. 2012. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2005. Ley General de Desarrollo Social. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México, Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. SEMARNAT-INE, 2ª ed.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla. México.753 pp.
- Medrano G., F., 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
- Niembro R. A., 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto de Bosques. Limusa. México, D. F.
- Revista Mexicana de Biodiversidad: Anuales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Series Botánica y Zoología.

- Rzedowsky, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- SEMARNAT, Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales, Volumen 2.
- SEMARNAT, 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1998.
- SEMARNAT. 2010 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx.
- SEMARNAT. 2019. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2019. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México.
- SEMARNAT. 2021. Convocatoria 2022 para la asignación de apoyos del programa PROARBOL de la Comisión Nacional Forestal. Publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2020
- SMN. 2010. Normales climatológicas por estación. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.
- Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 375p.
- Bernard, E., 1998. “Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest”. Selbyana, 19: 268-269. *in*:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Bernard, E., 2001.“Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon”, Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma a la Ley publicada 1 dic. 1992) Diario Oficial de la Federación (México MX). Consultado el 25 abr. 2008.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). 3ª Edición. Zapopan, MX. Comisión Nacional Forestal. 298 p.
- Cortés T, H. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M.C. México, MX: Colegio de postgraduados. Montecillo.168 pp.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10

- Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO. Roma. 86 pp.
- Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., F. J. y F. Morales (1991), *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión,* Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Colegio de Postgraduados–CREZAS, San Luis Potosí, México.
- Francis, C. M., 1990.“Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia”. Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Gandía, S; Meliá, J. 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Climatología y desertificación. España. 189-192 Pp.
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. “Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community”.Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
- Leclerc, G., and J. Rodríguez. 1998. “Using a GIS to determine critical areas in the Central Volcanic Cordillera Conservation Area.” En: B.G. Savitsky y T.E. Lacher Jr (Eds.), GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies: Tropical Forest Recovery and Wildlife Management in Costa.
- Linner EA. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. Occasional papers of the Museum of Natural Science. Louisiana, US. Louisiana State University. may. No. 80.
- Magurrán, A.E. 2004.Measuring biological biodiversity. USA. Blackwell Publishing.256 p.
- Manson, R. 2007. Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe final. (en línea) Consultado 25 jun. 2012. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inf_final_ine_rhm_ma nson.pdf
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SP. M&T– Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacedo, B. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. BO. BOLFOR. Santa Cruz. 87 p.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2003.La venta de servicios ambientales forestales. 2da ed. México, MX. INE. 463 p.

- SINADES (Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales). 2008. Estrategia nacional de manejo sustentable de tierras frágiles. Versión para consulta. MX. 132 p.
- Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
- UNEP (United Nations Environment Programme)-WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. (en línea) Consultado 30 jun. 2012. Disponible en http://www.cites.org
- www. Inegi.gob.mx
- www.conabio.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx



CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL **3**

V.1. Identificación de impactos **3**

V.1.1. Metodología para identificar los impactos ambientales 4

V.2. Caracterización de los impactos. 31

V.2.1. Indicadores de impacto y cambio climático 31

V.2.2. Generación de gases efecto invernadero. 42

V.3. Valoración de impactos 44

V.3.1. Criterios 44

V.3.2. Metodología de evaluación 488

V.4. Evaluación general de Impactos positivos. 73

V.5. Impactos residuales 75

V.6. Impactos acumulativos 82

V.7. Valoración de impactos acumulativos 86

V.7.1. Criterios 86

V.7.2. Metodología de evaluación 9091

V.8. Resumen y Conclusiones del proyecto 105

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Las condiciones ambientales actuales en las que se encuentra el Sistema Ambiental Regional (**SAR**) o Cuenca Hidrográfica Forestal (**CHF**) definido para el proyecto **línea de Transmisión (LT)**, su Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), serán afectadas en cierto grado de acuerdo con lo que se manifiesta en la presente sección.

La CHF o SAR, como se ha descrito en el Capítulo IV, está conformado por el límite de las Microcuencas denominadas **La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)**. Abarca una superficie de **26590.00 ha**. Dentro de la cual se identifican y describen en el Capítulo IV los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que interactuará el Proyecto y que posiblemente sus características o condiciones en las que se encuentran sean alteradas.

En el presente capítulo se identifican los posibles impactos que puedan resultar potenciales a fin de evaluarlos y determinar si pueden ser relevantes o significativos para proponer las medidas pertinentes de prevención, mitigación y compensación, de acuerdo con los conceptos establecidos en el “Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B -Regional”.

V.1. Identificación de impactos

Con la finalidad de llevar a cabo la identificación de impactos se retoman las actividades y procesos señalados en el Capítulo II del estudio de impacto ambiental, en el cual se retoman y plantean todas las metodologías que permitan evaluar de manera efectiva todas las interacciones que tienen repercusión en el ecosistema, las cuales se someterán a un estricto control para su posterior tratamiento durante las demás etapas del estudio en mención, es importante señalar que para dar mayor certeza se llevó a cabo a la identificación de los impactos ambientales por cada una

de las secciones es importante señalar que en concreto las actividades coinciden en la mayoría de las secciones sin embargo la magnitud y particularidad de algunos elementos, nos lleva a manejarlos y evaluarlos posteriormente de la manera antes señalada.

V.1.1. Metodología para identificar los impactos ambientales

Para la identificación de impactos se utilizó la matriz de Leopold modificada y para la valoración de los impactos identificados en dicha matriz, se utilizó una modificación de la metodología propuesta de Bojórquez *et al.* (1998)[1]. La metodología utilizada comprende las siguientes etapas:

1. Elaboración de una lista de las actividades relevantes que comprende el proyecto. La primera etapa consistió en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto de la Línea de Transmisión. Con base en esta información se elaboró una lista de las actividades principales para el proyecto, es importante señalar que en términos generales se abordan las actividades básicas que se consideran como primordiales para ejecutar las actividades propias de construcción y que se desprenden del catálogo de conceptos de la obra y que rigen el contrato entre la promovente y el contratista.

A continuación, se señalan las actividades básicas para el proyecto, se aclara que para cada sección se llevó una diferenciación de las actividades de preparación del sitio, las demás etapas son similares en cada sección del proyecto.

[1] Bojórquez- Tapia, L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53, 91-99.

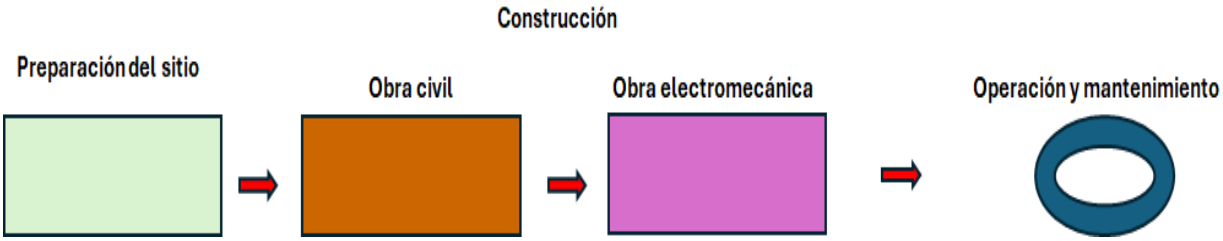


Figura V.1. Diagrama de las etapas del proyecto

a) Actividades del proyecto

Línea de transmisión

Preparación del sitio

- Levantamiento topográfico
- Estudio geotécnico
- Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de caminos de acceso
- Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.
- Localización de estructuras y sustitución
- Apertura de Patio de tendido y tensado de cables.

Construcción Obra civil

- Excavación de cepas
- Habilitado de acero de refuerzo
- Cimbrado, colado y descimbrado (consumo de materiales pétreos y agua)
- Relleno y compactado de cimentaciones

Construcción electromecánica

- Armado, nivelado y montaje de estructuras
- Instalación de sistema de tierras
- Vestido de estructuras
- Tendido y tensado de cable de guarda y conductor
- Pruebas y puesta en servicio

Operación y mantenimiento

- Operación
- Inspección y mantenimiento (de acuerdo con un programa de mantenimiento)

2. Posteriormente se elaboró el inventario de los factores del ambiente, elementos y aspectos ambientales[2], que podrían ser afectados por las actividades del proyecto, en el cual se incluyen los siguientes.

   - Físicos. Geomorfología “Relieve (topoformas)
   - Biológicos (Vegetación, Fauna)
   - Estéticos (Paisaje)
   - Demográficos (Sociales y económicos)

3. Una vez que se obtuvieron los factores de las actividades, se procede a la identificación de interacciones ambientales. Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y obras asociadas y los componentes ambientales, se elaboró la matriz de identificación de interacciones ambientales (matriz de Leopold, modificada), a manera de ejemplificar lo señalado se muestra cómo se lleva a cabo la identificación de

[2] Los aspectos ambientales se describen en específico por zonas o áreas de conservación para posteriormente definir la interacción de estos con las actividades constructivas.

interacciones en la cual se marca con una x si se da la interacción con el elemento ambiental/aspecto ambiental por la ejecución de la actividad, así mismo señala que para permitir una identificación más visual se asignaron códigos de colores para cada uno de los elementos del ambiente.

Tabla V.1. Factores y componentes ambientales.

Factores / componentes ambientales	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapas / actividades /			
			Localización de estructuras	Brecha de maniobra y patrullaje	Área para armado de estructuras	Patio de tendido y tensado de cables
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)		*	*	*

a) Simbología

En esta matriz se ordenaron sobre las columnas las actividades del proyecto que resultaron del desarrollo de la etapa 1 de este apartado, y sobre los renglones o filas, se incluyeron los componentes ambientales relacionados en la etapa 2.

4. Asignación de categorías de impacto. Después de identificar las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario propuestos por Bojórquez *et al*. (1989).



Figura V.2. Aspectos o elementos del ambiente

- Los parámetros básicos considerados fueron: dimensión, desarrollo o extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad. Los parámetros complementarios utilizados son: sinergia, acumulación, controversia y viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación adoptadas. A continuación, se describe cada uno de ellos:
- Dimensión (D): se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado componente. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.
- Desarrollo o extensión (E): considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo ya que su definición es de gran ayuda en la valoración de los impactos al ambiente.
- Permanencia (P): este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.
- Certidumbre (C): este criterio se refiere a la probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Es común clasificarlo cualitativamente como cierto, probable, improbable y desconocido.
- Reversibilidad (R): bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.

- Sinergia - acción conjunta de dos o más impactos - (S): el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales.
- Acumulación – aportación - (A): este criterio se enfoca a la medición del incremento del efecto en el ambiente ocasionado por un impacto determinado, derivado de la interacción con impactos de la misma naturaleza que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Controversia (Co): referentes a la existencia de posibles conflictos por el manifiesto interés de un sector de la sociedad por algunos de los elementos o componentes del entorno. Este interés se puede reflejar en normativa aplicable al componente, a la manifestación expresa de la preocupación por su cuidado o conservación o por el aprovechamiento del recurso.
- Viabilidad de adoptar medidas de mitigación (M): desde este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir.

A partir de las calificaciones obtenidas, se genera la matriz de calificaciones y posteriormente la matriz cribada de impactos ambientales en la que se señala la significancia de cada impacto.

Para dar mayor claridad y facilidad de identificación en los resultados obtenidos de la significancia, se establecieron colores distintivos con la finalidad de tener una mejor claridad en base a la significancia, los cuales se señalan a continuación.

Los valores de la Significancia del Impacto (Sij) que se obtienen se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos:

Tabla V.2. Valores de la Significancia del Impacto

Significancia	Valor	Color
BAJO	≤ 0.24	
MODERADO	≥ 0.25 ≤0.49	
ALTO	≥ 0.50 y ≤ 0.74	
MUY ALTO	> 0.74	

b) Elaboración de una lista de los factores y componentes ambientales

Para llevar a cabo la identificación de los factores ambientales se parte primero de la definición que dice lo siguiente:

Un factor ambiental, factor ecológico o eco factor es cualquier factor, abiótico o biótico, que influye en los organismos vivos y los ecosistemas.

Para el proyecto se tomaron o seleccionaron factores abióticos y bióticos, incluyendo factores físicos, biológicos, estéticos, demográficos y una categoría que se denominó decretos.

Así mismo estos factores se subdividieron en elementos como elemento y aspectos ambientales.

En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y aspectos ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto, en este

se incluyen factores del ambiente, elemento y aspecto ambiental[3], como lo son los siguientes.

- Físicos. Geomorfología “Relieve (topoformas)
- Biológicos (Vegetación, Fauna)
- Estéticos (Paisaje)
- Demográficos (Sociales y económicos)

A manera de ejemplo, se señala como se identificaron los factores, elementos y aspectos ambientales para el proyecto.

Tabla V.3. Factores y componentes ambientales

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental o elemento ambiental
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas),
	Suelo	Características físicas (Compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)
		Características químicas
		Procesos erosivos
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)
		Nivel de ruido
		Contaminación lumínica
	Hidrología superficial	Características físico / químicas
		Patrón de drenaje superficial
		Uso actual

Una vez que se tienen los factores como las actividades, se procede a la identificación de interacciones ambientales. Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y obras asociadas y los componentes ambientales, se elaboró la matriz de identificación de interacciones ambientales

[3] Los aspectos ambientales se describen en específico para cada zona o ares de conservación para posteriormente definir la interacción de estos con las actividades constructivas y su posterior calificación.

(matriz de Leopold, modificada), a manera de ejemplificar lo señalado se muestra cómo se lleva a cabo la identificación de interacciones en la cual se marca con una **x** si se da la interacción con el elemento ambiental/aspecto ambiental por la ejecución de la actividad para cada una de las etapas del proyecto, así mismo se señala que para permitir una identificación más visual se asignaron códigos de colores para cada uno de los factores ambientales/o componentes del ambiente, así mismo se incluye una columna con el posible impacto ambiental asociado a la actividad, esto se lleva cabo para cada sección del proyecto.

A manera de ejemplificar lo solicitado se señala en la siguiente tabla cómo se identifican las interacciones por el elemento ambiental.

Tabla V.4. Interacciones por el elemento ambiental.

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Localización de estructuras y sustitución	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de caminos de acceso	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)		*	*	*
	Suelo	Características físicas (Compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)		*	*	*
		Características químicas		*	*	*
		Procesos erosivos		*	*	*
		Presencia o afectación a dunas				
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	*	*	*	
		Nivel de ruido		*	*	
		Contaminación lumínica				

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Localización de estructuras y sustitución	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de caminos de acceso	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
	Hidrología superficial	Características físico / químicas		*	*	*
		Patrón de drenaje superficial		*	*	*
		Uso actual				

Tabla V.5. Actividades y acciones del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA LINEA DE TRANSMISION	
Actividades - Preparación del sitio -	**Imágenes ilustrativas**
Levantamiento topográfico y localización de estructuras Proceso sistemático donde se lleva el levantamiento topográfico para la ubicación de las estructuras en el área del proyecto.	
Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso y rehabilitación de camino de acceso Remoción de la vegetación por medios mecánicos o físicos del área de acceso, con dimensiones de 4.0 metros de ancho por la longitud del tramo de la, misma que se utilizará para el acceso a los sitios de construcción, para el traslado de materiales, y el ingreso de maquinaria, vehículos y equipos.	

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA LINEA DE TRANSMISION	
Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Remoción de la vegetación por medios mecánicos o físicos del área de acceso a las dimensiones 12 m X 18.5 m, la cual se utilizará para el armado y el montaje de las estructuras de acero (torres). Dentro de esta área, queda contenida el área de estructura de acero (temporal)	
Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Remoción de la vegetación por medios mecánicos o físicos del área de acceso a las dimensiones 18 m X 18.5 m, la cual se utilizará para el tendido y tensionado del cable conductor y guarda, esta área se ubicará de manera tentativa a cada 5 km de distancia sobre el eje del derecho de vía.	
La sustitución de torres de alta tensión es una operación compleja de ingeniería, llevada a cabo por empresas como CFE o otras, que implica el reemplazo de estructuras de acero para garantizar la seguridad, mejorar el paisaje urbano o restablecer el servicio eléctrico tras fenómenos naturales. Estos trabajos incluyen el desmantelamiento de torres de varias toneladas y kilómetros de cableado, a menudo en zonas de difícil acceso, utilizando grúas especializadas	
Actividades - Construcción -	**Imágenes ilustrativas**
Excavaciones a cielo abierto (cepas) Proceso mecánico o manual de excavación en el suelo mediante el uso de maquinaria o manual.	

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA LINEA DE TRANSMISION	
Habilitado de acero de refuerzo[4] Proceso mecánico o manual de habilitado del acero de refuerzo	
Cimentación de estructuras (consumo de materiales pétreos y agua) Proceso mecánico o manual de elaboración y colocación de concreto en el área donde previamente se llevó a cabo la excavación.	
Relleno y compactado de cimentaciones Proceso mecánico o manual de relleno y compactado de la excavación	
Armado, nivelado, hincado y armado de torres Proceso mecánico o manual de armado de la torre que involucra el uso de maquinaria o vehículos	
Instalación de sistema de tierras Proceso mecánico o manual de instalación del sistema de tierras mediante el uso de maquinaria o vehículos.	

[4] **Imágenes ilustrativas del desarrollo de la actividad o subactividades.**

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA LINEA DE TRANSMISION	
Vestido de estructuras[5] Proceso mecánico o manual de vestido de la torre que consiste en la colocación de aislamiento previo al tendido.	
Tendido y tensado de cable de guarda y conductor Proceso mecánico o manual de tendido de cable conductor y guarda- que involucra el uso de maquinaria o vehículos.	
Pruebas y puesta en servicio Proceso en el cual se inyecta energía a la línea para probar su transmisión y confiabilidad previo a la operación de esta.	
Operación y mantenimiento Proceso de transmisión de la energía de la fuente de generación a la zona de transformación final.	

Con la finalidad de dar mayor certeza a la identificación de factores ambientales que contempla el proyecto los factores ambientales en función del área que ocupan y así poder determinar con mayor claridad las interacciones por cada de las secciones los factores que se consideraron fueron los siguientes Físicos, Biológicos, Estéticos, Demográficos, es importante señalar que estos factores actúan como factor

[5] Imágenes ilustrativas de las actividades o subactividades.

ambiental global y en el cual se subdividen por su factores o elementos y como estos se relación e interactúan con las actividades constructivas lo que nos ayuda a determinar cómo estos podrían ser afectados por las actividades del proyecto, las cuales se enlistan en la tabla siguiente.

Tabla V.6. Factores ambientales y acciones del proyecto

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)
	Suelo	Características físicas (Compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)
		Características químicas
		Procesos erosivos
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)
		Nivel de ruido
		Contaminación lumínica
	Hidrología superficial	Características físico / químicas
		Patrón de drenaje superficial
		Uso actual
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	RTP Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental
		SPT Prioridades: 5826 (Prioridad Media), 5911 (Prioridad Media)
		SPAE Prioridades: Media (58834)
Biológicos	Vegetación	Cobertura
		Composición
		Especies en estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
		Especies endémicas
	Fauna	Abundancia y distribución
		Composición
		Modificación de hábitat (Temporal)
		Especies en estatus Especies en estatus NOM-059-SEMARNAT-2010 (Reptiles, Mamíferos, Aves)

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental
		Especies endémicas (Reptiles, Mamíferos, Aves)
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo
		Vías de comunicación
		Economía local
		Economía regional
		Servicios públicos
		Densidad de población
		Culturales/arqueológicas

C). Identificación de interacciones en base a los factores ambientales.

Una vez establecido los factores ambientales para cada una de las secciones se procede a la integración de las actividades y su cruzamiento en función de cómo estas interactúan con los factores ambientales como resultado de la aplicación de la metodología señalada anteriormente, se obtuvieron una matriz de interacciones.

Etapas 1 y 2. Las acciones y actividades por etapa del proyecto se presentan en las Tablas V.5 y V.6, así mismo los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados se presentan en la tabla V.7.

Etapa 3. Una vez identificadas las actividades relevantes del proyecto, así como los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados, se procedió a elaborar la matriz de identificación de interacciones ambientales. Ver tabla V. 8, tabla V. 9, tabla V. 10.

Tabla V.7. A manera ilustrativa se señalan las secciones del proyecto con áreas de interés para la conservación.

Proyecto	ANP Federal	ANP Estatal	ANP Municipal	RHP	RTP	RMP	AICA	RAMSAR	POEGT	POEREQ	POEL EM
Línea de Transmisión	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	**UAB 52 Política ambiental:** Restauración y aprovechamiento sustentable	**UGAS: 133, 137 y 143**	**UGA´s No 23, 24, 20, 46, 47, 8 y 9**

Sin interacción o no la afecta o cruza

Tabla V.8. Matriz para la identificación de interacciones asociadas a elementos ambientales en la preparación del sitio LT

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades				
			Levantamiento topográfico, sustitución y localización de estructuras	Estudió geotécnico y mecánica de	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso, desmonte del sitio, caminos interiores	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
Físicos	Geomorfología*[6]	Relieve (topoformas)	*		*	X	
	Suelo*[7]	Características físicas (Compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)		*	*	*	*
		Características químicas		*	*	*	*
		Procesos erosivos		*	*	*	*
	Atmósfera*[8]	Calidad del aire (gases, partículas)	*	*	*	*	*
		Nivel de ruido	*	*	*	*	*
		Contaminación lumínica					
	Hidrología superficial*[9]	Características físico / químicas		*	*	*	*
		Patrón de drenaje superficial		*	*	*	*
		Uso actual					
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	RTP			*	*	*
		POEGT			*	*	*
		POEREQ			*	*	*
Biológicos	Vegetación	Cobertura			*	*	*
		Composición			*	*	*
		Especies en estatus NOM/059			*	*	*
		Especies endémicas					
	Fauna	Abundancia y distribución			*	*	*
		Composición			*	*	*

[6] **Alteración o modificación por el tránsito de vehículos y maquinaria**

[7] **Alteración o modificación por el tránsito de vehículos y maquinaria**

[8] **Alteración o modificación por el tránsito de vehículos y maquinaria**

[9] **Afectación a patrón de escurrimiento superficial**

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades				
			Levantamiento topográfico, sustitución y localización de estructuras	Estudió geotécnico y mecánica de	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso, desmonte del sitio, caminos interiores	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
		Modificación de hábitat (Temporal)*[10]			*	*	*
		Especies en estatus NOM/059 (Reptiles, Mamíferos, Aves) *[11]			*	*	*
		Especies endémicas (Reptiles, Mamíferos, Aves)			*	*	*
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas			*	*	*
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo			*	*	*
		Vías de comunicación			*	*	*
		Economía local		*	*	*	*
		Economía regional			*	*	*
		Servicios públicos					
		Densidad de población					
		Culturales/arqueológicas			*	*	

Tabla V.9. Matriz para la identificación de interacciones asociadas a elementos ambientales en la etapa de construcción LT

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto, terracerías	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras, pisos terminados, cimentaciones para estructuras mayores y menores	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras, mayores y menores(manual/ maquinaria),	Vestido de estructuras (manual/maquinari	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinari a),	Pruebas y puesta en servicio
Físicos	Geo morf olog ía	Relieve (topoforma s)									
	Suel o	Característi cas físicas (Compacta ción, drenaje,	X		X	X			X		

[10] Se considera la modificación del hábitat temporal debido al tipo de ecosistema, el tipo de especies presentes y a la afectación a la vegetación en baja densidad

[11] */ Muerte accidental y/o atropellamiento, colisión, electrocución*/ (aves y murciélagos) "colisión y electrocución solo en operación"

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto, terracerías	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras, pisos terminados, cimentaciones para estructuras mayores y menores	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras, mayores y menores(manual/ maquinaria),	Vestido de estructuras (manual/maquinari	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinari a),	Pruebas y puesta en servicio
		plasticidad, cohesión)									
		Características químicas	X		X	X	X	X	X	X	
		Procesos erosivos	X								
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	X		X	X	X	X	X	X	
		Nivel de ruido	X		X	X	X	X	X	X	
		Contaminación lumínica									
	Hidrología superficial	Características físico / químicas									
		Patrón de drenaje superficial									
		Uso actual									
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	RTP									
		POEGT									
		POEREQ									
Biológicos	Vegetación	Cobertura									
		Composición									
		Especies en estatus NOM/059									
		Especies endémicas									
	Fauna	Abundancia y distribución	X				X	X	X	X	
		Composición									
		Modificación de hábitat (Temporal)									
		Especies en estatus NOM/059 (Reptiles, Mamíferos, Aves)	X				X	X	X	X	

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto, terracerías	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras, pisos terminados, cimentaciones para estructuras mayores y menores	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras, mayores y menores(manual/ maquinaria),	Vestido de estructuras (manual/maquinari	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinari a),	Pruebas y puesta en servicio
		Aves Playeras (RHRAP), Aves Sitios Ramsar									
		Especies endémicas (Reptiles, Mamíferos, Aves)	X				X	X	X	X	
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas					X	X		X	
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo									
		Vías de comunicación									
		Economía local	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Economía regional	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Servicios públicos									
		Densidad de población									
		Culturales/ arqueológicas	X								

Tabla V.10. Matriz para la identificación de interacciones asociadas a elementos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento de la LT

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Uso de vehículos o maquinaria por actividades de mantenimiento.	Mantenimiento a brecha de maniobra	Operación LT	Poda a la vegetación
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)				
	Suelo	Características físicas (Compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)				
		Características químicas	X	X		
		Procesos erosivos	X	X		
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	X	X		
		Nivel de ruido	X	X	X	
		Contaminación lumínica				
	Hidrología superficial	Características físico / químicas				
		Patrón de drenaje superficial				
		Uso actual				
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	RHP				
		RTP				
		AICA				
		POEGT				
		POEREQ				
Biológicos	Vegetación	Cobertura		X		
		Composición				
		Especies en estatus NOM/059				
		Especies endémicas				
	Fauna	Abundancia y distribución	X			
		Composición			X	
		Modificación de hábitat (Temporal)				
		Especies en estatus NOM/059 (Reptiles, Mamíferos, Aves, Murciélagos)	X		X	
		Aves Playeras (RHRAP), Aves Sitios Ramsar				
		Especies endémicas (Reptiles, Mamíferos, Aves, Murciélagos)			X	
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas			X	

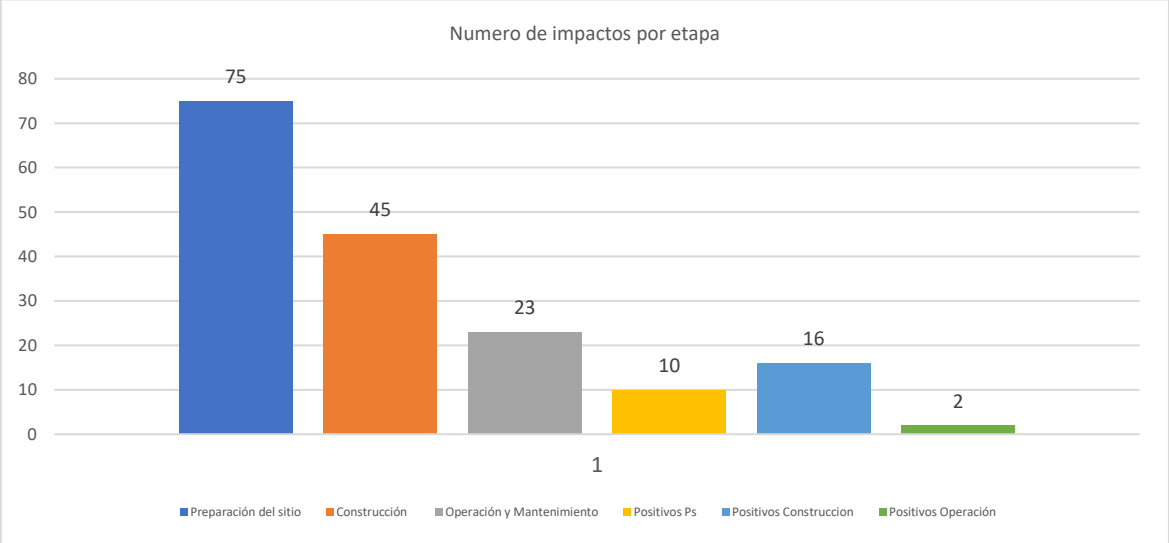
Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Uso de vehículos o maquinaria por actividades de mantenimiento.	Mantenimiento a brecha de maniobra	Operación LT	Poda a la vegetación
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo				
		Vías de comunicación				
		Economía local			X	
		Economía regional			X	
		Servicios públicos				
		Densidad de población				
		Culturales/arqueológicas				

Proyecto de la Línea de Transmisión

En función del análisis de las actividades y factores ambientales se identificaron para la construcción del proyecto, 171 interacciones (LT) de los cuales solo abordaremos en la caracterización los negativos, en este sentido 75 (LT) se presentan en la preparación del sitio, 45 (LT) en el proceso de construcción 23 (LT) en la etapa de operación y se identificaron 28 (LT) interacciones positivos que no se evaluaron de manera directa.

Tabla V.11. Impactos Ambientales por elemento ambiental

Impactos Ambientales por elemento ambiental en relación con la etapa del proyecto							
Elemento Ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Positivos Ps	Positivos Construcción	Positivos Operación	Total
LT	75	45	23	10	16	2	**171**
Total	**75**	**45**	**23**	**10**	**16**	**2**	**171**



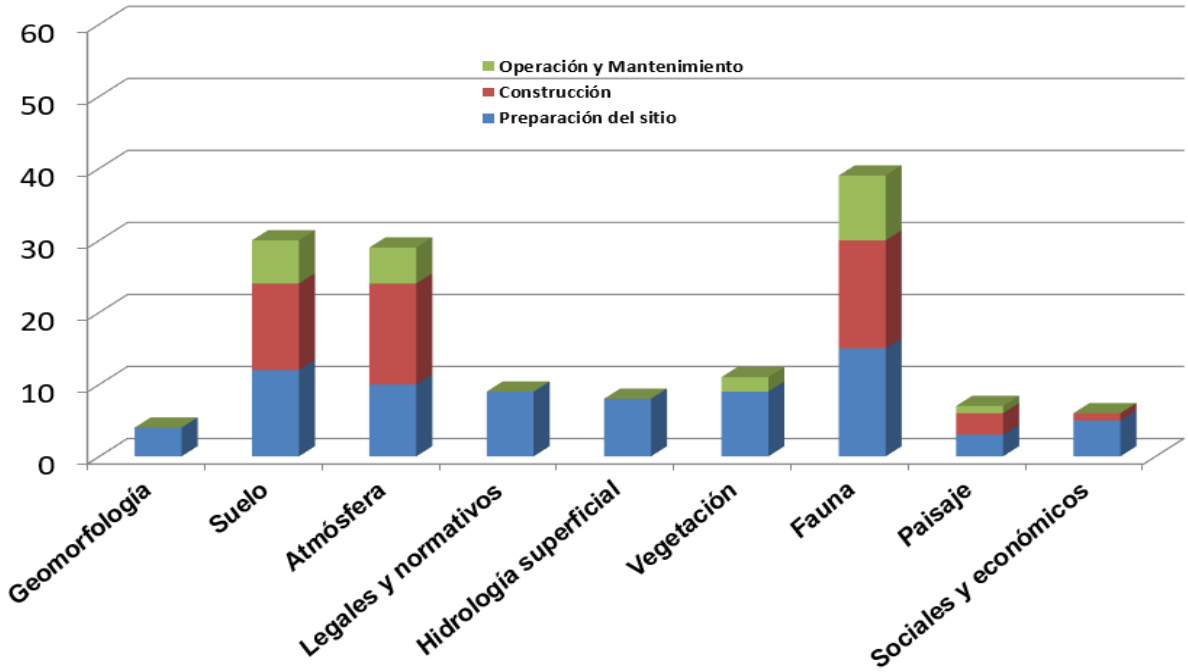
Gráfica V.1. Número de impactos ambientales por etapa constructiva LT

En relación con el número de interacciones por elemento ambiental asociado a la etapa del proyecto se presentan los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla V.12. Interacciones Ambientales por elemento ambiental en relación con la etapa del proyecto.

Impactos Ambientales por elemento ambiental en relación con la etapa del proyecto				
Elemento Ambiental	**Preparación del sitio**	**Construcción**	**Operación y Mantenimiento**	**Total**
	LT	**LT**	**LT**	
Geomorfología	4	0	0	4
Suelo	12	12	6	30
Atmósfera	10	14	5	29
Legales y normativos	9	0	0	9
Hidrología superficial	8	0	0	8
Vegetación	9	0	2	11
Fauna	15	15	9	39
Paisaje	3	3	1	7
Sociales y económicos	5	1	0	6
Total	**75**	**45**	**23**	**143**

La tabla nos muestra que el proyecto genera un mayor número de interacciones para el factor fauna, atmósfera, suelo, y vegetación en ese orden, sin embargo, las relaciones encontradas no establecen hasta este punto; en donde se encuentran los impactos con mayor peso o grado de significancia, el número de interacciones está en función del número de sub etapas o sub actividades que se encuentran presentes por cada una de la etapa de las principales del desarrollo del proyecto y que se detallaran más adelante.



Gráfica V.2. Impactos Ambientales por elemento ambiental en relación con la etapa del proyecto.

Derivado de la identificación y evaluación de las interacciones ambientales, en general para la construcción del proyecto, se identificaron 143 interacciones de los cuales 29 se presentan en la atmósfera, 30 suelo, 39 fauna, 11 vegetación, 7 paisaje, 8 en hidrología, 4 geomorfología, 6 sociales y 9 en legales o normativos. (Gráfica V.2).

Resumen de actividades por etapas del proyecto

Con base en los resultados de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales se definen las actividades y su relación con el factor ambiental.

Tabla V.13. Identificación general de impactos y su descripción Preparación del Sitio de la LT

Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes
Geomorfología	Relieve	Levantamiento topográfico, sustitución y localización de estructuras Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Suelo	Características físicas/químicas/procesos erosivos	Estudio geotécnico y mecánica de suelos Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Atmósfera	Calidad del aire/nivel de ruido	Estudio geotécnico y mecánica de suelos Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Hidrología superficial	Patrón de drenaje/características físico químicas	Estudio geotécnico y mecánica de suelos Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Áreas de importancia ambiental	RTP	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Vegetación	Cobertura/ Composición/ Especies en status	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.
Fauna	Abundancia y distribución Composición Modificación de hábitat (Temporal) Especies en la NOM 059 Especies comerciales	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Paisaje	Cualidades estéticas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.

Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes
		Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio
Sociales y económicos	Uso del suelo Culturales y arqueológicos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras. Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables Desmonte y despalme del sitio

Tabla V.14. Identificación de impactos y su descripción en construcción de la LT

Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Actividades o acciones relevantes
Suelo	Características físicas	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
		Instalación de sistemas de tierras
		Relleno y compactado de cimentaciones
		Cimentación de estructuras mayores y menores
	Características químicas	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
		Cimentación de estructuras mayores y menores
		Relleno y compactado de cimentaciones
		Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)
		Vestido de estructuras (manual/maquinaria)
		Instalación de sistemas de tierras
		Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)
	Procesos erosivos	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
Atmósfera	Calidad del aire	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
		Cimentación de estructuras mayores y menores
		Relleno y compactado de cimentaciones
		Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)
		Vestido de estructuras (manual/maquinaria)
		Instalación de sistemas de tierras
		Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)
		Uso de maquinaria
	Nivel de ruido	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
		Cimentación de estructuras mayores y menores
		Relleno y compactado de cimentaciones
		Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)
		Vestido de estructuras (manual/maquinaria)
		Instalación de sistemas de tierras
		Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)

Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Actividades o acciones relevantes
Fauna	Abundancia y distribución Especies en estatus Especies endémicas	Excavaciones a cielo abierto, terracerías
		Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)
		Vestido de estructuras (manual/maquinaria)
		Instalación de sistemas de tierras
		Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)
Paisaje	Cualidades estéticas	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)
		Vestido de estructuras (manual/maquinaria)
		Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)
Sociales y económicos	Culturales/arqueológicas	Excavaciones a cielo abierto, terracerías

Tabla V.15. Identificación de impactos y su descripción operación de la LT

Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Actividades o acciones relevantes
Suelo	Características químicas Procesos erosivos	Uso de vehículos Mantenimiento a brecha de maniobra Poda de vegetación
Atmósfera	Calidad del aire Nivel de ruido	Uso de vehículos
		Mantenimiento a brecha de maniobra
		Poda de vegetación
Vegetación	Cobertura	Mantenimiento a brecha de maniobra Poda de vegetación
Fauna	Abundancia y distribución Especies en la NOM 059 Composición	Uso de vehículos Mantenimiento a brecha de maniobra Poda de vegetación Operación
Paisaje	Cualidades estéticas	Operación

V.2. Caracterización de los impactos.

Una vez que se llevó a cabo la cruza entre las actividades del proyecto y los factores ambientales y que determinaron las matrices de interacciones ambientales se procedió posteriormente llevar a cabo la evaluación de cada uno de los aspectos ambientales y sus componentes en base a los criterios de evaluación que a continuación se detallan en el apartado V.3. Valorización de los impactos.

V.2.1. Indicadores de impacto y cambio climático

Con base en el Diagnóstico Ambiental (Capítulo IV) y en la calidad de los componentes ambientales del área de estudio (SAR, AI y AP), se realizó un análisis multidisciplinario para la elección de los indicadores que cumplieran con la definición del indicador de impacto, el cual se define como “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987), permiten evaluar la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un Proyecto y/o desarrollo de una actividad.

Para ser de utilidad los indicadores cumplieron con ciertos criterios como: representatividad, relevancia, excluyente, de fácil identificación y medibles, criterios que proporcionarán información que nos permitan establecer un comparativo de el antes y después de la ejecución del Proyecto.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por la ejecución del Proyecto, considerando la información obtenida en campo y la información bibliográfica del Diagnóstico Ambiental (incluida en el Capítulo IV), se presentan a continuación los indicadores ambientales seleccionados.

Tabla V.16. Indicadores de impacto.

Factor	Componente	Indicadores
Geomorfología	Relieve	Modificación topoformas
Aire	Calidad (gases partículas)	Niveles CO_2, CO y partículas suspendidas
	Nivel de ruido	Decibeles
Hidrología superficial	Características fisicoquímicas	Contaminación por fugas accidentales "(cambios en ph)
	Patrón de drenaje (infiltración y escurrimiento)	Número de escurrimientos alterados
Suelo	Contaminación química	ICA (PH. Acidez)
	Contaminación física	ICS (Dureza, estructuras)
	Erosión	Índice de erosión (ton/ha/año)
Biológicos "Flora"	Composición	Perdida de la estructura y composición de especies
	Cobertura vegetal	Superficie afectada
	Especies de interés económico	Número de especies potenciales
	Especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de especies potenciales
Biológicos "Fauna"	Abundancia y Distribución	Presencia y/o ausencia
	Modificación de hábitat (Temporal)	Superficie modificada temporalmente como hábitat
	Especies endémicas	Número de especies potenciales
	Composición	Perdida de la composición de especies en el nicho
	Especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de especies potenciales
Estéticos	Paisaje (Medio perceptual)	Calidad estético-paisajística
Demográficos Economía	Uso del suelo	Número de empleos y derrama económica
	Vías de comunicación	
	Economía local	
	Economía regional	
	Servicios públicos	
	Densidad de población	
	Culturales/arqueológicas	

En este sentido se hizo en el capítulo dos un análisis del volumen de generación de emisiones de CO_2 que aportara el medio ambiente por la utilización de maquinaria y vehículos y que contribuyen al cambio climático.

Uso de indicadores para explicar nuestro clima cambiante a las instancias normativas y a la opinión pública

Pese a la gran complejidad que supone el cambio climático, la comunidad científica debe aceptar el reto de comunicar sus hallazgos a las instancias normativas y a la opinión pública, y además ha de llevarlo a cabo de un modo que resulte lo bastante sencillo como para que sea comprendido por quienes no son expertos en la materia, pero con el rigor suficiente como para no distorsionar la ciencia. El conocimiento del clima suele comunicarse a través de informes técnicos bien redactados, pero también es eficaz explicarlo por medio de gráficos, animaciones, presentaciones orales, narraciones cautivadoras, divulgadores de confianza, y libros y películas destinados al público de masas.

Un enfoque prometedor para transmitir la realidad del cambio climático consiste en desarrollar indicadores, es decir, números y escalas destinados a realizar el seguimiento del estado o nivel de algún aspecto del clima. La variación de la temperatura media mundial de la atmósfera inferior es uno de los indicadores más utilizados y constituye uno de los objetivos establecidos por el Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático, que exige mantener un aumento de la temperatura mundial para este siglo muy por debajo de 2 °C por encima de los niveles preindustriales mientras se intenta limitar aún más el aumento de temperatura, hasta 1,5 °C.

El uso de indicadores presenta una serie de ventajas ya que estos están cuantificados, son objetivos, se basan en datos ofrecidos por prácticamente todos los países y demuestran cambios a lo largo del tiempo. Esta es la razón por la que la Agenda 2030, adoptada por las Naciones Unidas en 2015, busca la utilización de indicadores para seguir el progreso de los distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluido el ODS número 13 relativo a la lucha contra el cambio climático y sus efectos.

La mayoría de las personas son conscientes de que la temperatura, o más concretamente la temperatura media mundial de la atmósfera que descansa sobre la superficie terrestre, está aumentando, pero esto no es suficiente como indicador del cambio climático. La gente centra su atención en la atmósfera a nivel de la superficie porque es donde vive, y su temperatura, que se ha medido con fiabilidad durante 150 años, da forma a su vida cotidiana.

Pero más del 90% del exceso de calor atrapado por las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero (GEI) se almacena en el océano, con cantidades muchas menores absorbidas por la atmósfera, la criósfera y la superficie terrestre. Por tanto, la temperatura de la atmósfera no ofrece una visión completa del clima de la Tierra ni de las dimensiones totales del cambio climático, y en el peor de los casos puede contribuir a una falsa sensación de seguridad.

La lista breve de indicadores tiene en cuenta cinco criterios:

Relevancia: cada indicador principal debería ser un indicador claro y comprensible del cambio climático mundial, con una amplia relevancia para un rango de audiencias. Algunos de estos indicadores mundiales pueden tener valor también en los ámbitos nacional y regional.

Representatividad: el paquete de indicadores debería ofrecer una imagen representativa de los cambios en el sistema Tierra relacionados con el cambio climático.

Trazabilidad: cada indicador debería calcularse utilizando un método acordado (y publicado) internacionalmente y datos accesibles y verificables.

Puntualidad: cada indicador debería calcularse de forma regular (al menos una vez al año), con un breve retraso entre el final del período y la publicación de los datos. Adecuación de los datos: los datos necesarios para el indicador han de ser suficientemente robustos, fiables y válidos.

Un reto fundamental a la hora de generar un conjunto de indicadores principales, que sean mutuamente compatibles y consistentes y que conformen un paquete verdaderamente coherente, es la necesidad de armonizar los períodos y valores de referencia. El Acuerdo de París utiliza la era preindustrial como período de referencia para la temperatura mundial, y de hecho esto ofrece una medida útil del impacto moderno de la humanidad en el sistema climático. En la actualidad la comunidad científica emplea varias definiciones diferentes para la “era preindustrial”.

Se han propuesto varios períodos con respecto a las observaciones de temperatura, como el 1720-1800 (cuando comenzó realmente la industrialización) y el 1850-1900 o el 1880-1910 (basados en la disponibilidad de registros instrumentales). Los datos disponibles ponen de relieve que todos estos períodos ofrecen resultados que difieren en menos de 0,1 °C de uno a otro. En el caso de los GEI, para los que los núcleos de hielo ofrecen datos fiables mucho antes del comienzo del período instrumental, el año 1750 suele utilizarse como final de la era preindustrial. Para

otros indicadores, tales como la precipitación, no se dispone de datos de la era preindustrial. Tan solo el uso de un período de referencia basado en datos posteriores a 1980 permitiría el manejo consistente de conjuntos de datos provenientes de recuperaciones y reanálisis satelitales.

Indicadores de cambio climático

Teniendo en cuenta los criterios y las limitaciones anteriores se puede determinar rápidamente que algunos indicadores son fáciles de soportar con mediciones fiables y no son demasiado difíciles de comunicar. La temperatura constituye un buen ejemplo. Otros son mucho más difíciles. Incluso algo tan aparentemente básico para el clima como es la precipitación no puede reducirse fácilmente a un solo indicador mundial.

1. Temperatura media anual mundial en la superficie

Como se señaló anteriormente, el Acuerdo de París se conoce mejor por su énfasis en la necesidad de mantener la temperatura superficial mundial muy por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales, si bien aún se requiere definir con mayor claridad la era preindustrial.

De los tres registros instrumentales de temperatura mundial que datan de esa época, el mantenido por el Centro Hadley/Oficina Meteorológica del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte se remonta a 1850. El mantenido por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) y la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) en los Estados Unidos de América se remonta hasta 1880 aproximadamente. El Servicio Meteorológico del Japón mantiene un conjunto de datos de temperatura mundial que se remonta a 1891. El

Centro europeo de predicción meteorológica a medio plazo (CEPMMP) y la iniciativa Copernicus proporcionan reanálisis de estos conjuntos de datos.

2. Contenido calorífico de los océanos

Más del 90% de la energía adicional capturada por el cambio climático producido por el ser humano se almacena en los océanos. El resto calienta la tierra y funde el hielo, con tan solo entre un 1 y un 2% calentando la atmósfera. Así pues, el aumento del calor en los océanos es un buen indicador del calentamiento del sistema Tierra en su conjunto. Las mediciones mundiales de la red internacional de boyas Argo permiten reconstruir una serie temporal del contenido calorífico en los 2 000 metros (m) superiores del océano desde 1970 en adelante.

Los productos reconstruidos por rejillas correspondientes al contenido calorífico del océano están disponibles en la Organización de Investigaciones Científicas e Industriales de la Commonwealth (CSIRO) de Australia, en la NOAA y en otros organismos. Debería explorarse la posibilidad de expresar estos datos como una temperatura promedio. Un indicador secundario podría ser el contenido de calor únicamente en los primeros 700 m, ya que facilitaría la disponibilidad de una serie temporal más larga.

3. Concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono

Debido a que el nivel de GEI en la atmósfera influye en la cantidad de energía atrapada en el sistema Tierra, las concentraciones atmosféricas proporcionan un indicador útil del cambio climático. En la actualidad, el programa de la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM reúne datos de todo el mundo de las

concentraciones de los principales GEI y publica un informe anual con un retardo de diez meses.

Tradicionalmente, la CMNUCC ha utilizado un indicador de concentraciones que combina en una única cesta todos los GEI: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, HCFC, etc. Cada gas se traduce en un equivalente de CO2 para generar un solo número mediante los potenciales de calentamiento mundial (PCM) con un horizonte temporal de 100 años.

Sin embargo, en la actualidad algunas Partes de la Convención han cuestionado la utilización de los PCM debido a las distintas escalas temporales que presentan los impactos de los diferentes gases: el metano tiene un efecto inmediato grande que disminuye en décadas mientras que el CO2 tendrá impactos durante siglos.

Puesto que hoy en día el dióxido de carbono es el gas invernadero más importante emitido directamente por la actividad humana y representa el objetivo de numerosos esfuerzos de reducción de emisiones, los expertos creen que puede ser más transparente centrarse en las tendencias anuales de las concentraciones atmosféricas del CO2 como indicador. Como indicadores secundarios podrían incluirse las concentraciones de metano y de óxido nitroso.

Las emisiones de GEI aumentan las concentraciones mientras que los sumideros las reducen al eliminar los gases de la atmósfera y almacenarlos en el océano, la biosfera o la geosfera. Para comprender mejor los cambios que tienen lugar en las concentraciones, en las fuentes y en los sumideros, la OMM trabaja con sus asociados para explorar la forma en que los instrumentos de vigilancia atmosférica pueden medir las concentraciones y los sumideros y fuentes locales de CO2 a

través del Sistema Mundial Integrado de Información sobre los Gases de Efecto Invernadero.

4. Nivel medio mundial del mar

Como se describió anteriormente, el océano juega un papel vital en la configuración de nuestro clima al almacenar inmensas cantidades de calor y moverlo por todo el planeta. La forma en que el cambio climático influye en el océano tiene también una gran importancia para la humanidad. Entre los impactos climáticos hay que incluir el calentamiento de las aguas y la acidificación, que afectan a las poblaciones de peces y a otra biodiversidad, y el aumento del nivel del mar con sus implicaciones para las ciudades y comunidades costeras.

La organización CSIRO, el Grupo de investigación sobre el nivel del mar de la Universidad de Colorado y otros organismos evalúan de forma rutinaria el aumento del nivel del mar. Los análisis anuales del nivel del mar pueden demorarse unos meses antes de su publicación. Gracias a las observaciones mejoradas de los satélites y de la red Argo de flotadores oceánicos perfiladores la comunidad científica puede estimar las diversas fuentes que contribuyen a los cambios mundiales en el nivel del mar: fusión del hielo, dilatación térmica del agua oceánica y cambios en el almacenamiento de agua en la superficie terrestre.

5. Cambio en la extensión o en la masa de la criósfera

La criósfera terrestre comprende la precipitación sólida, la capa de nieve, el hielo marino, el hielo de lagos y ríos, los glaciares, los casquetes glaciales, la capa de hielo, el permafrost y el suelo que se congela estacionalmente. La criósfera proporciona algunos de los indicadores más útiles del cambio climático, aunque se

trata de uno de los dominios menos muestreados del sistema Tierra. Entre los datos y análisis de la criósfera que se producen con mayor facilidad se encuentran la extensión del hielo marino en los océanos Ártico y Antártico (actualizada diaria y mensualmente por el Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielos, con sede en los Estados Unidos de América), la capa de nieve en el hemisferio norte (Laboratorio nival de la Universidad de Rutgers) y el análisis de glaciares de montaña (Servicio de vigilancia mundial de los glaciares, con sede en Suiza). Las mediciones de la capa de nieve en el hemisferio sur no son tan fiables.

El Instituto Meteorológico Danés difunde el análisis de los cambios en la capa de hielo de Groenlandia, pero el registro es breve. Es posible que no pueda elegirse un único indicador para la criósfera. El hielo en el Ártico y en la Antártida debería informarse como números separados en la medida que el hielo de esas regiones polares se comporta de manera muy diferente. Sobre tierra, el comportamiento de la criósfera implica complejas interacciones a nivel regional y local lo que hace que sea muy difícil desarrollar indicadores que representen con coherencia los impactos mundiales del clima en la criósfera. Hoy en día el mejor enfoque puede ser adoptar un indicador para la criósfera dividido en tres partes: extensión del hielo marino ártico, extensión del hielo marino antártico y capa de nieve en el hemisferio norte. El análisis de estos diversos aspectos ayudaría a atraer la atención de las instancias normativas hacia las partes más sensibles de la criósfera. Se necesitarían indicadores que sean sencillos y fáciles de comprender, así como explicaciones científicas acerca de dónde el conocimiento científico aún no es lo bastante sólido.

6. Precipitación mundial

El Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones de la OMM, operado por el Servicio Meteorológico de Alemania, proporciona la información más completa

disponible ya que utiliza los datos recopilados a través de los sistemas y canales de la OMM. En la actualidad los análisis de precipitación se ofrecen con una periodicidad mensual tras superar un control de calidad. La información sobre la distribución geográfica de los extremos de precipitación a escalas estacional, anual y plurianual puede ofrecer una buena percepción de los cambios en los patrones y en la naturaleza (sólida o líquida) de la precipitación mundial, de los cambios en la distribución geográfica, de las tendencias en la sequía y en los temporales de lluvias intensas, y de la influencia de otras características variables del sistema climático, como es el caso de monzones, El Niño-Oscilación del Sur, dipolos, etc. Estas ideas pueden utilizarse para informar decisiones sobre adaptación.

Sin embargo, por sí solo la anomalía de la precipitación mundial no sería un buen indicador climático. Las proyecciones climáticas sugieren una intensificación del ciclo hidrológico mundial pero las incertidumbres y la variabilidad a escala local son grandes de modo que resulta poco probable que se proporcione una señal clara. [12]

Consumo de combustibles fósiles.

En las diferentes etapas que comprende el proyecto de la obra, no se utilizarán para la realización de las actividades la energía eléctrica, ya que la mayoría de los trabajos se llevarán a cabo durante el día utilizando la luz natural y la maquinaria y equipo utilizado funcionan por medio de sistema de combustión interna y manual. En lo que respecta al combustible utilizado en las actividades que comprende el proyecto tenemos los siguientes:

[12] **Por lo tanto y en base a los criterios antes señalados a continuación, se indican un estimado del consumo de combustibles fósiles para el proceso de construcción y el cual es indicador más relacionado con el cambio climático y asociado al proyecto.**

Gasolina: Este tipo de combustible es el que más se utiliza para realizar las diferentes actividades que comprende cada etapa del proyecto.

Diésel se trata de un hidrocarburo líquido que está compuesto por parafinas. Sus principales usos son, como combustible para calentar los hogares, y también, en el sector de la automoción se emplea en los motores diésel.

En la etapa previa a la construcción de la obra, este tipo de combustible es muy necesario para el funcionamiento de vehículos ya que transportará al personal que se encuentra encargado para realizar las diferentes visitas de campo donde se pretende realizar los proyectos. Así mismo, para revolvedoras y motosierras, en menor cantidad se usa el Diésel, ya que solo se utiliza para el funcionamiento de la devanadora entre otros.

V.2.2. Generación de gases efecto invernadero.

Para el proyecto en estudio, las únicas fuentes de emisiones a la atmósfera que se identificaron son el uso de vehículos y maquinaría durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla V.17. Identificación de fuentes generadoras de gases de efecto invernadero en el proyecto.

Etapa	Actividades	Gas
Preparación del sitio	Uso de maquinaria y vehículos.	CO2
Construcción	Uso de maquinaria y vehículos.	CO2
Operación y Mantenimiento	Uso de vehículos.	CO2

Para la determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante el proyecto, se detalla lo siguiente:

Tabla V.18. Estimación de gases de efecto invernadero en el proyecto

Sustancias peligrosas			
Nombre comercial		Gasolina	Diésel
Nombre técnico		Gasolina	Diésel
CAS1		ND	ND
Estado físico		Líquido	Líquido
Tipo de envase		Tanque del equipo	Tanque del equipo
Etapa o proceso en que se emplea		Preparación del sitio y construcción	Preparación del sitio y construcción
Cantidad de uso mensual		44.1 m	44.1 m4
Kg de Co_2 Estimado mensual		104,517.00	116,865.00
Kg de Co_2 Estimado por proyecto		3,762,612.00	4,207,140.00
Características CRETIB	C	-	-
	R	-	-
	E	-	-
	T	-	-
	I	**X**	**X**
	B	-	-
IDLH3		ND	ND
TLV4		ND	ND
Destino o uso final		Combustión interna	Combustión interna
Uso que se da al material sobrante		No existe sobrante	No existe sobrante

1. CAS: Chemical Abstract Service.

2. CRETIB: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico - infeccioso. Marcar la celda cuando corresponda al proyecto.

3. IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health).

4. TLV: Valor límite de umbral (Threshold Limit Value).

Como resumen, podemos concluir que por el total de las obras y el tiempo que durará el proyecto, se generarán un total aproximado de 8,752,872 kg de CO2. En el capítulo VI se detallan las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para contrarrestar los efectos de negativos de este impacto ambiental identificado asociado al uso de maquinaria y vehículos.

El CO_2 que captura la vegetación se determinó y señalo en el capítulo IV, en el subapartado de ecosistemas y este viene asociado a la vegetación la cual al ser removida o afectada por el desarrollo del proyecto esta será liberada de nuevo al suelo.

V.3. Valoración de impactos

Una vez identificados las interacciones ambientales y descritos los impactos ambientales, se procede a la evaluación de estos por medio de la metodología de Bojórquez - Tapia *et al.* (1998), que considera ocho criterios de valoración los cuales son combinados en dos índices: el Índice básico y el Índice complementario

5.3.1. Criterios

Los parámetros básicos considerados fueron: dimensión, desarrollo o extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad. Los parámetros complementarios utilizados son: sinergia, acumulación, controversia y viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación adoptadas.

Este índice se obtiene utilizando los parámetros básicos (dimensión, extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{1}{15}\left(D_{ij} + E_{ij} + P_{ij} + C_{ij} + R_{ij}\right)$$

En donde:

Dij = Dimensión del impacto

Eij = Extensión del impacto

Pij = Permanencia del impacto

Cij = Certidumbre del impacto

Rij = Reversibilidad del impacto

Tales parámetros se definen de la siguiente manera y los criterios de valoración se presentan en las tablas siguientes:

- Dimensión (D): el cual se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado componente. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.
- Desarrollo o extensión (E): considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo ya que su definición es de gran ayuda en la valoración de los impactos al ambiente.
- Permanencia (P): este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.
- Certidumbre (C): este criterio se refiere a la probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Es común clasificarlo cualitativamente como cierto, probable, improbable y desconocido.
- Reversibilidad (R): bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.
- Sinergia (acción conjunta de dos o más impactos) (S): el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales.
- Acumulación (aportación) (A): este criterio se enfoca a la medición del incremento del efecto en el ambiente ocasionado por un impacto

determinado, derivado de la interacción con impactos de la misma naturaleza que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

- Controversia (Co): referentes a la existencia de posibles conflictos por el manifiesto interés de un sector de la sociedad por algunos de los elementos o componentes del entorno. Este interés se puede reflejar en normativa aplicable al componente, a la manifestación expresa de la preocupación por su cuidado o conservación o por el aprovechamiento del recurso.
- Viabilidad de adoptar medidas de mitigación (M): desde este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir.

Tabla V.19. Escala para la Determinación de los Criterios Básicos.

Criterios	Escala		
	1	2	3
Dimensión	*Puntual,* afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, dentro de la franja del proyecto.	*Local*, si el efecto ocurre dentro la franja del proyecto a 1 km de separación del derecho de vía.	*Regiona*l, el efecto se manifiesta a más de 1 km de la franja del proyecto.
Desarrollo o Extensión	*Mínima*, si los valores de la afectación son menores al 50% del límite permisible por la normativa aplicable, o si las existencias afectadas son menores al 24% del total disponible en el área de estudio.	*Moderada*, cuando la afectación alcanza valores equivalentes entre el 50% y 100%, respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias.	*Alta,* cuando la afectación rebasa los valores permisibles indicados en la normatividad aplicable, más del 100%, o si la afectación es superior a 50% de las existencias de la región.
Permanencia	*Corta,* cuando la actividad dura menos de 1 mes	*Mediana*, la actividad dura entre 1 mes y 1 año	*Larga*, la actividad dura más de 1 año.
Certidumbre	*Poco probable*, la probabilidad de ocurrencia de determinada afectación	*Probable,* cuando la actividad implica riesgos potenciales, aunque el efecto podría variar	*Muy probable*, la probabilidad de ocurrencia del impacto es casi segura,

Criterios	Escala		
	1	2	3
	puede ocurrir bajo condiciones extraordinarias o imprevistas.	dependiendo de las condiciones del proyecto o del ambiente.	determinada por la experiencia en otros proyectos del mismo giro.
Reversibilidad	*A corto plazo*, el impacto puede ser revertido por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	*A mediano plazo*, el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 2 años.	*A largo plazo*, el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a dos años.

Tabla V.20. Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala	
	1	0
Sinergia	*Existe:* Cuando se presentan interacciones entre los impactos	*No existe*.
Acumulación	*Existe*: Cuando se presentan efectos aditivos al impacto.	*No existe*.
Controversia	*Existe*: Cuando el criterio está regulado por la normatividad ambiental, o la manifestación expresa por el cuidado o conservación de los recursos.	*No existe*.

Tabla V.21. Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala		
	1	2	3
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	*Baja,* si la medida aminora la afectación hasta en un 25%.	*Mediana*, si la medida aminora la afectación en un 26 a 74%.	*Alta*, si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75% o más.

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$0.33 \leq IB \leq 1$

Índice complementario.

Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{3}(S_{ij} + A_{ij} + C0_{ij})$$

V.3.2. Metodología de evaluación

Como parte de la Etapas 4 y 5, para evaluar la significancia del impacto ambiental de se lleva a cabo la matriz de calificaciones para la línea de transmisión eléctrica en la cual se establecen y aplican las funciones matemáticas con la finalidad de obtener las calificaciones para cada interacción, aplicando los índices básicos, complementarios, de impacto y de significancia de impactos y con esto determinar su grado de significancia.

El primer paso es obtener el, índice básico el cual se obtiene y se detalla a continuación.

Índice básico.

Este índice se obtiene utilizando los parámetros básicos (dimensión, extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{1}{15}(D_{ij} + E_{ij} + P_{ij} + C_{ij} + R_{ij})$$

En donde:

Dij = Dimensión del impacto

Eij = Extensión del impacto

Pij = Permanencia del impacto

Cij = Certidumbre del impacto

Rij = Reversibilidad del impacto

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$0{,}33 \leq IB \leq 1$

Índice complementario.

Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{3}(S_{ij} + A_{ij} + C0_{ij})$$

En donde:

Sij = Sinergia

Aij = Acumulación

Coij = Controversia

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$0 \leq IC \leq 1$

Índice de impacto.

El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Significancia de impacto.

Una vez obtenidos los indicadores IB, IC e II (básico, complementario y de impacto respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto, tomando en consideración la existencia y, en su caso, eficiencia esperada de las medidas de Mitigación (Mij).

Medidas de mitigación (Mij).

Donde:

IIij = Índice de impacto

Mij = Viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación

Los valores de la Significancia del Impacto (Sij) que se obtienen se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos:

Significancia	Valor	Color
BAJO	≤ 0.24	
MODERADO	≥ 0.25 ≤0.49	
ALTO	≥ 0.50 y ≤ 0.74	
MUY ALTO	> 0.74	

Cálculo de índices. Se calcularon los índices de acuerdo con la metodología sugerida (índice básico, índice complementario, índice de intensidad de impacto e índice de significancia), así como el rango de valores para la clasificación del Índice de Significancia.

Resultados de impactos ambientales

A partir de las calificaciones obtenidas, se generó la matriz de evaluación de impactos ambientales en la que se señala la significancia de cada impacto.

De acuerdo con los resultados de la aplicación de la metodología seleccionada se presentan los resultados por etapa del proyecto.

Para dar mayor claridad y facilidad de identificación en los resultados obtenidos de la significancia se establecieron colores distintivos que se señalan a continuación.

Significancia	Valor	Color
BAJO	≤ 0.24	
MODERADO	≥ 0.25 ≤0.49	
ALTO	≥ 0.50 y ≤ 0.74	
MUY ALTO	> 0.74	

Tabla V.22. Significancia de los impactos en la etapa de Preparación del sitio LT

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Geomorfología	Relieve	Levantamiento topográfico, sustitución y localización de estructuras	2	1	1	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Geomorfología	Relieve	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso,	2	1	1	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Geomorfología	Relieve	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	1	1	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Geomorfología	Relieve	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	1	1	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Suelo	Características físicas	Levantamiento topográfico y localización de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características físicas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso,	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características físicas	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características físicas	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Levantamiento topográfico y localización de estructuras	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	1	2	3	2	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Suelo	Procesos erosivos	Levantamiento topográfico y localización de estructuras	1	2	3	3	3	0.80	1	0	0	0.33	0.67	0.86	2	0.29	Moderado
Suelo	Procesos erosivos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	3	3	3	0.80	1	0	0	0.33	0.67	0.86	2	0.29	Moderado
Suelo	Procesos erosivos	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	3	3	3	0.80	1	0	0	0.33	0.67	0.86	2	0.29	Moderado
Suelo	Procesos erosivos	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	3	3	3	0.80	1	0	0	0.33	0.67	0.86	2	0.29	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	Levantamiento topográfico y localización de estructuras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Estudio geotécnico	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Levantamiento topográfico y localización de estructuras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Estudio geotécnico	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Atmosfera	Nivel de ruido	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
Hidrología superficial	Características físico / químicas	Estudio geotécnico y mecánica de suelos	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Hidrología superficial	Características físico / químicas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Hidrología superficial	Características físico / químicas	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Hidrología superficial	Características físico / químicas	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	3	0.00	Bajo
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Estudio geotécnico	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	3	0.00	Bajo
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	3	0.00	Bajo
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	3	0.00	Bajo
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	Rtp	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	Rtp	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	Rtp	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Legales o normativos	POEGT	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	POEGT	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	POEGT	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	POEREQ	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	POEREQ	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	3	2	3	2	0.73	0	0	0	0.00	1.00	0.73	3	0.00	Bajo
Legales o normativos	POEREQ	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	3	2	3	2	0.73	0	1	0	0.33	0.67	0.81	3	0.00	Bajo
Vegetación	Cobertura	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Cobertura	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Cobertura	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Composición	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Composición	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Composición	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Vegetación	Especies en la nom 059	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Especies en la nom 059	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Vegetación	Especies en la nom 059	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso desmonte y despalme del sitio	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Composición	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Composición	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Composición	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Modificación de hábitat (temporal)	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Modificación de hábitat (temporal)	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Modificación de hábitat (temporal)	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Fauna	Especies en la nom 059	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Especies en la nom 059	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Especies en la nom 059	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Especies endémicas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Especies endémicas	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Fauna	Especies endémicas	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	2	2	2	3	2	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Bajo
Paisaje	Cualidades estéticas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	3	3	1	0.67	1	0	0	0.33	0.67	0.76	1	0.51	Alto
Paisaje	Cualidades estéticas	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	3	3	1	0.67	1	0	0	0.33	0.67	0.76	1	0.51	Alto
Paisaje	Cualidades estéticas	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	3	3	1	0.67	1	0	0	0.33	0.67	0.76	1	0.51	Alto
Sociales y económicos	Uso del suelo	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Sociales y económicos	Uso del suelo	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Sociales y económicos	Uso del suelo	Apertura de patio de tendido y tensionado de cables	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo

Calificación de impactos en preparación del sitio																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones relevantes/ actividades	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	índice complementario (ic)	1- ic	índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Sociales y económicos	Culturales y arqueológicos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo
Sociales y económicos	Culturales y arqueológicos	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	1	2	2	3	2	0.67	0	0	0	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo

Tabla V.23. Significancia de los impactos en la etapa de Construcción en la LT

Calificación de impactos en la etapa de construcción																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	Índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	Índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Suelo	Características físicas	Excavaciones	1	1	1	3	1	0.47	1	0	0	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Suelo	Características físicas	Cimentación de estructuras	1	1	1	3	1	0.47	1	0	0	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Suelo	Características físicas	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	1	3	1	0.47	1	0	0	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo

Calificación de impactos en la etapa de construcción																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	Índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	Índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Suelo	Características físicas	instalación de sistemas de tierras	1	1	1	3	1	0.47	1	0	0	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Suelo	Características químicas	Excavaciones	1	1	1	3	1	0.47	1	0	0	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Suelo	Características químicas	Cimentación de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características químicas	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características químicas	Vestido de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características químicas	instalación de sistemas de tierras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características químicas	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Características químicas	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Suelo	Procesos erosivos	Excavaciones	1	1	2	3	1	0.53	1	0	0	0.33	0.67	0.66	2	0.22	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Excavaciones	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	Cimentación de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado

Calificación de impactos en la etapa de construcción																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	Índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	Índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Atmosfera	Calidad del aire	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	Vestido de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	instalación de sistemas de tierras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Excavaciones y terracerías	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Cimentación de estructuras mayores y menores	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Vestido de estructuras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Atmosfera	Nivel de ruido	Instalación de sistemas de tierras	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado

Calificación de impactos en la etapa de construcción																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	Índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	Índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Atmosfera	Nivel de ruido	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	Excavaciones	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	Vestido de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	instalación de sistemas de tierras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Abundancia y distribución	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies en la nom	Excavaciones	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies en la nom	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies en la nom	Vestido de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies en la nom	instalación de sistemas de tierras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies en la nom	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado

Calificación de impactos en la etapa de construcción																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	Índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	Índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Fauna	Especies endémicas	Excavaciones y terracerías	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies endémicas	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies endémicas	Vestido de estructuras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies endémicas	instalación de sistemas de tierras	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Fauna	Especies endémicas	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	2	1	0.47	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	Moderado
Paisaje	Cualidades estéticas	Armado, nivelado y montaje de estructuras	1	1	2	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Paisaje	Cualidades estéticas	Vestido de estructuras	1	1	2	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Paisaje	Cualidades estéticas	Tendido de cable conductor y guarda	1	1	2	3	2	0.60	0	1	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Moderado
Sociales y económicos	Culturales y arqueológicos	Excavaciones	1	1	2	3	2	0.60	0	0	1	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo

Tabla V.24. Significancia de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento de la LT

Calificación de impactos para la línea de transmisión en la etapa de operación y mantenimiento																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Suelo	Características químicas	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Características químicas	Poda de vegetación	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Procesos erosivos	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Procesos erosivos	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Suelo	Procesos erosivos	Poda de vegetación	1	1	1	3	3	0.60	1	0	0	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Atmosfera	Calidad del aire	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Atmosfera	Nivel de ruido	Operación	1	1	1	1	1	0.33	1	0	1	0.67	0.33	0.69	2	0.23	Bajo

Calificación de impactos para la línea de transmisión en la etapa de operación y mantenimiento																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Vegetación	Cobertura	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Vegetación	Cobertura	Poda de vegetación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	Poda de vegetación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Composición	Operación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Especies en status	Uso de maquinaria/vehículos	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Especies en status	Mantenimiento a brecha de maniobra	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Especies en status	Poda de vegetación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Especies endémicas	Operación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo
Fauna	Especies en status	Operación	1	1	1	2	2	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	2	0.20	Bajo

Calificación de impactos para la línea de transmisión en la etapa de operación y mantenimiento																	
Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	índice básico (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	índice complementario (IC)	1- IC	índice de impacto (II)	Medidas de mitigación (M)	Significancia del impacto (SI)	GRADO
Paisaje	Cualidades estéticas	Operación	1	1	3	3	3	0.73	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	Alto

Caracterización de la significancia de los Impactos

Como parte final se lleva a cabo la Construcción de matrices de resultados (matriz de cribado). De los resultados obtenidos en función de los valores de significancia de los impactos generados, se presentan a continuación.

Simbología	
MA	Muy alto
A	Alto
M	Moderado
B	Bajo

Tabla V.25. Matriz de cribado etapa de Preparación del Sitio Línea de Transmisión.

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades				
			Levantamiento, sustitución y localización de estructuras	Estudió geotécnico	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)	M		M	M	M
	Suelo	Características físicas (compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)		B	B	B	B
		Características químicas		B	B	B	B
		Procesos erosivos		M	M	M	M
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	B	B	B	B	B
		Nivel de ruido	B	B	B	B	B
		Contaminación luminica					
	Hidrología superficial	Características físico / químicas		B	B	B	B
		Patrón de drenaje superficial		B	B	B	B
		Uso actual					
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	RTP			B	B	B
		POEGT			B	B	B
		POEREQ			B	B	B
Biológicos	Vegetación	Cobertura			M	M	M
		Composición			M	M	M
		Especies en estatus Nom/059			M	M	M
		Especies endémicas					
	Fauna	Abundancia y distribución			B	B	B
		Composición			B	B	B
		Modificación de hábitat (Temporal)			B	B	B

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades				
			Levantamiento, sustitución y localización de estructuras	Estudió geotécnico	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras.	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables
		Especies en estatus Nom/059 (Reptiles, mamíferos, Aves)			B	B	B
		Especies endémicas (Reptiles, mamíferos, Aves)			B	B	B
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas			**A**	**A**	**A**
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo			B	B	B
		Vías de comunicación					
		Economía local					
		Economía regional					
		Servicios públicos					
		Densidad de población					
		Culturales/arqueológicas			B	B	

Tabla V.26. Matriz de cribado Etapa de Construcción LT

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)	Vestido de estructuras (manual/maquinaria)	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)	Pruebas y puesta en servicio
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)									

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)	Vestido de estructuras (manual/maquinaria)	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)	Pruebas y puesta en servicio
	Suelo	Características físicas (compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)	B		B	B			B		
		Características químicas	B		B	B	B	B	B	B	
		Procesos erosivos	B								
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	M		M	M	M	M	M	M	
		Nivel de ruido	M		M	M	M	M	M	M	
		Contaminación luminica									
Biológicos	Fauna	Abundancia y distribución	M				M	M	M	M	
		Composición									
		Modificación de hábitat (Temporal)									
		Especies en estatus Nom/059 (Reptiles, mamíferos, Aves)	M				M	M	M	M	
		Especies endémicas (Reptiles, mamíferos, Aves)	M				M	M	M	M	
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas					M	M		M	
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo									
		Vías de comunicación									
		Economía local									

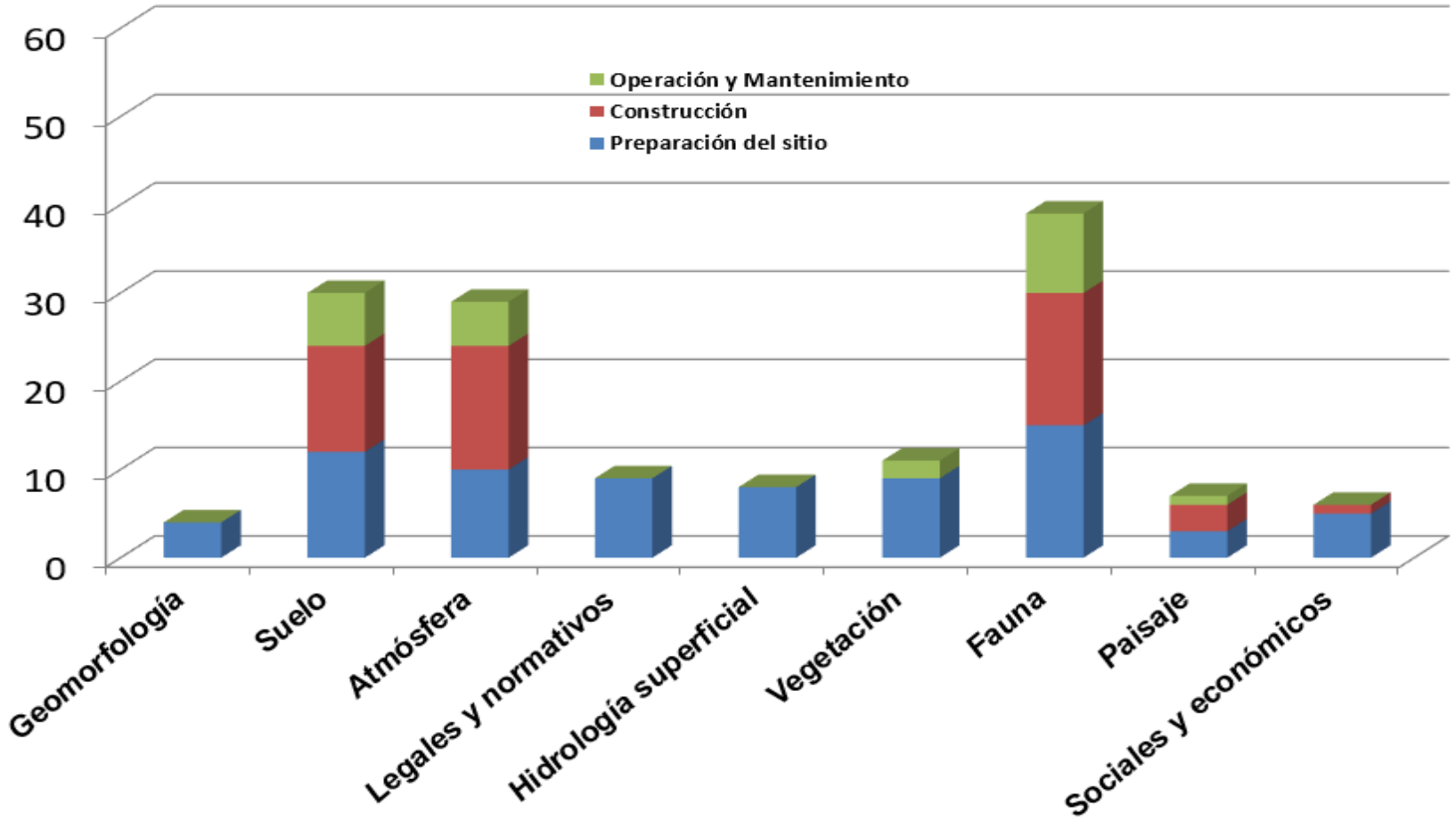
Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades								
			Excavaciones a cielo abierto	Habilitado de acero de refuerzo	Cimentación de estructuras	Relleno y compactado de cimentaciones	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)	Vestido de estructuras (manual/maquinaria)	Instalación de sistema de tierras	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)	Pruebas y puesta en servicio
		Economía regional									
		Servicios públicos									
		Densidad de población									
		Culturales/arqueológicas	B								

Tabla V.27. Matriz de cribado Etapa de Operación y mantenimiento L.T.

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Uso de vehículos/maquinaria	Mantenimiento a brecha de maniobra	Poda de vegetación	Operación LT
Físicos	Geomorfología	Relieve (topoformas)				
	Suelo	Características físicas (compactación, drenaje, plasticidad, cohesión)				
		Características químicas	B	B	B	
		Procesos erosivos	B	B	B	
	Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	B	B		
		Nivel de ruido	B	B		**A**
		contaminación lumínica				
Legales o normativos	Áreas de importancia ambiental	POEREQ				
Biológicos	Vegetación	Cobertura		B	B	
		Composición				
		Especies en estatus Nom/059				

Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Etapa/Actividades			
			Uso de vehículos/maquinaria	Mantenimiento a brecha de maniobra	Poda de vegetación	Operación LT
		Especies endémicas				
	Fauna	Abundancia y distribución	B	B	B	
		Composición				B
		Modificación de hábitat (Temporal)				
		Especies en estatus Nom/059 (Reptiles, mamíferos, Aves, murciélagos)	B	B	B	B
		Aves Playeras (RHRAP).,Aves Sitios Ramsar				
		Especies endémicas (Reptiles, mamíferos, Aves, murciélagos)				B
Estéticos	Paisaje	Cualidades estéticas				**A**
Demográficos	Sociales y económicos	Uso del suelo				
		Vías de comunicación				
		Economía local				
		Economía regional				
		Servicios públicos				
		Densidad de población				
		Culturales/arqueológicas				

A continuación, se señalan el número de impactos por cada una de las obras y etapa del proyecto. En la siguiente figura se muestra de manera gráfica el número de impactos antes mencionados.



Gráfica V.3. Número de impactos por Etapa del proyecto y grado de significancia.

Es importante concluir que en términos generales el mayor número de impactos o interacciones se clasifican como bajos con 89 (LT), moderados con 46 (LT) y 8 (LT) altos; la mayor cantidad de impactos se concentran en el factor Atmósfera, suelo, fauna y vegetación, en términos generales estos impactos será mitigados, prevenidos y minimizables su afectación dentro del ecosistema, por la implementación y ejecución y aplicación de los distintos programas de control, preservación, capacitación y concientización del personal así como de la verificación y supervisión de los agentes de perturbación directa o indirecta que se presente asociado a la ejecución de una actividad o una etapa del proyecto. En general los impactos serán absorbidos y depurados por parte del ambiente en un tiempo menor a los 6 años, como lo serían la afectación a la vegetación, suelo, hidrología entre otros. En el caso de la fauna, las afectaciones se considera que serán bajas durante las actividades constructivas, porque puede ser proclive a alejarse o desplazarse por el mismo ruido y presencia del personal, sin embargo, en algunos casos, aunque hay una afectación moderada por la operación, los disturbios serán puntuales, solo cuando se presente alguna actividad de mantenimiento. La única que se verá moderadamente afectada, será la fauna en el área del proyecto, esto solo se refiera a especies de reptiles o mamíferos que tuviera su nicho en dichas áreas. Los impactos sobre el elemento ambiental de paisaje se clasifican y consideran como alto y se clasifica como residual, es importante señalar sobre el cual no se puede establecer una medida específica para eliminar su afectación en la calidad visual del ecosistema, así como la percepción del proyecto por parte de las comunidades en la zona. En relación con los componentes ambientales sociales y económicos y en específico de los culturales y arqueológicos estos se clasifican como bajos debido a la ejecución de un programa de salvamento y rescate arqueológico en la zona del proyecto lo que permitirá minimizar la afectación sobre el patrimonio cultural.

V.4. Evaluación general de Impactos positivos.

En el caso específico de las interacciones positivos se manifiesta que se agruparon las actividades positivas del proyecto para ejemplificar el impacto positivo por la construcción y operación.

Tabla V.28. Calificación de impactos positivos etapa de preparación del sitio

Obra	Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Acciones relevantes	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	Índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	Índice complementario (ic)	1- ic	Índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Línea de transmisión	Demográficos	Sociales y económicos	Economía local	Estudio geotécnico y mecánica de suelos	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Vías de comunicación	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso, sustitución, desmonte y despalme del sitio	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Vías de comunicación	Desmonte área de maniobra y armado de estructura	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Vías de comunicación	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso, desmonte y despalme del sitio	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Desmonte área de maniobra y armado de estructura	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo

Obra	Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Acciones relevantes	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	Índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	Índice complementario (ic)	1- ic	Índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
			Economía regional	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje y rehabilitación de caminos de acceso, desmonte y despalme del sitio	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Desmonte área de maniobra y armado de estructura	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Apertura de Patio de tendido y tensionado de cables	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo

Tabla V.28. Calificación de impactos positivos etapa de construcción

Obra	Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Acciones relevantes	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	Índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	Índice complementario (ic)	1- ic	Índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Línea de transmisión	Demográficos	Sociales y económicos	Economía local	Excavaciones y terracerías	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Habilitado de acero de refuerzo	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Cimentación de estructuras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Vestido de estructuras (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Instalación de sistema de tierras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía local	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Excavaciones y terracerías	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Habilitado de acero de refuerzo	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Cimentación de estructuras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Relleno y compactado de cimentaciones	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Armado, nivelado y montaje de estructuras (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Vestido de estructuras (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo

Obra	Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Acciones relevantes	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	Índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	Índice complementario (ic)	1- ic	Índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
			Economía regional	Instalación de sistema de tierras	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo
			Economía regional	Tendido de cable conductor y guarda (manual/maquinaria)	1	1	1	1	1	0.33	0	0	1	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo

Tabla V.29. Calificación de impactos positivos etapa de operación

Obra	Factores / componentes	Elemento ambiental	Aspecto ambiental	Acciones relevantes	Dimensión del efecto (d)	Extensión del impacto (e)	Permanencia de la actividad (p)	Certidumbre (c)	Reversibilidad del impacto (r)	Índice básico (ib)	Sinergia (s)	Acumulación (a)	Controversia (c´)	Índice complementario (ic)	1- ic	Índice de impacto (ii)	Medidas de mitigación (m)	Significancia del impacto (si)	Grado
Línea de transmisión	Demográficos	Sociales y económicos	Economía local	Operación	1	1	1	1	1	0.33	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	Alto
			Economía regional	Operación	1	1	1	1	1	0.33	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	Alto

V.5. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales (Estevan, 1999). Por otro lado, la SEMARNAT (2000) define como impactos residuales el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

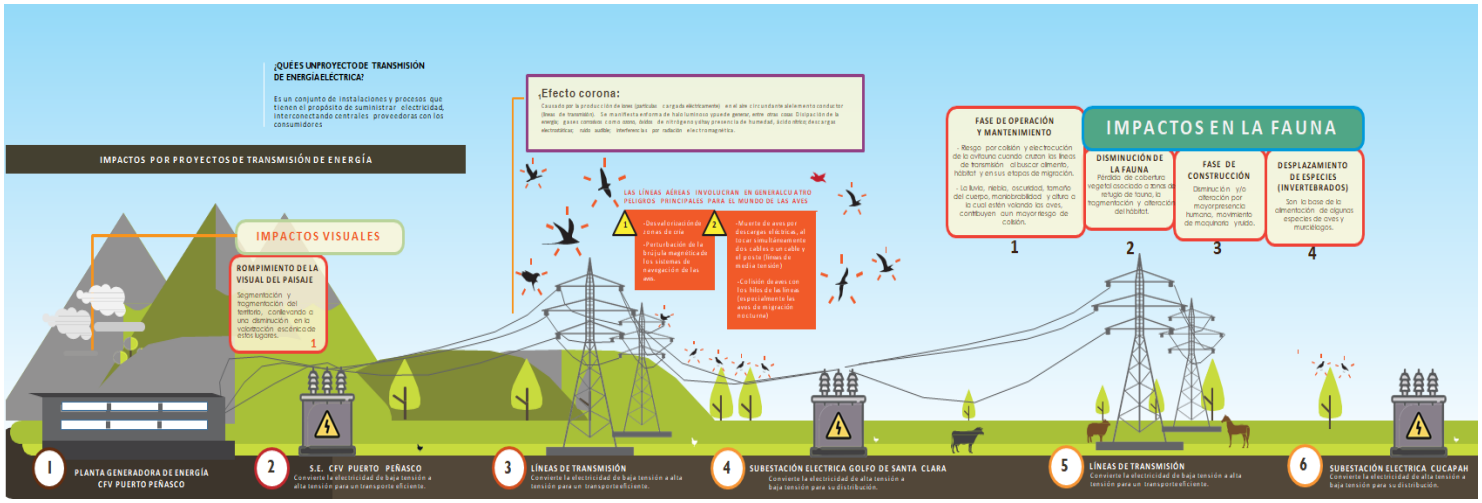


Figura V.4. Impactos residuales posibles por la operación.

Como impacto residual y acumulativo tendríamos la línea proyecto ya en operación, para mitigar el impacto se trazó el proyecto en la zona con una menor calidad visual y alejada lo más posible de la carretera y puntos de visión.



Ejemplo de impacto residual

Criterios para determinar importancia del impacto residual

Para determinar la importancia o significancia del impacto residual, se toman los criterios de Reversibilidad y significancia que se obtienen de la calificación de los factores y elementos evaluados en la matriz de calificaciones, de los cuales se toman en cuenta los criterios mencionados en la tabla siguiente.

Tabla V.30. Identificación de los impactos ambientales residuales y medidas de mitigación.

Proyecto que lo Genera	Acción	Impacto ambiental detectado	Medida de mitigación o compensación durante la preparación del sitio y construcción	Efecto residual en Sistema Ambiental y Área de Proyecto	Condición actual
Línea de transmisión	Instalación de estructuras y	Efecto visual-sensitivo de los transeúntes	Manejo de vegetación y rescate de plantas nativas.	Inclusión de más elementos artificiales en el paisaje	Zona perturbada por actividades antropogénicas

Proyecto que lo Genera	Acción	Impacto ambiental detectado	Medida de mitigación o compensación durante la preparación del sitio y construcción	Efecto residual en Sistema Ambiental y Área de Proyecto	Condición actual
Línea de transmisión	Desmonte de vegetación	Fragmentación del hábitat por actividades antropogénicas sin embargo se considera una actividad de bajo impacto y temporal	Revegetación y reforestación, se permite crecimiento de vegetación herbácea y arbustiva en la base de las estructuras y en áreas de afectación temporal	Cambio en la estructura vertical y horizontal de la vegetación secundaría	Fragmentación y disminución de la cobertura vegetal por actividades antropogénicas.
Línea de transmisión	Desmonte y actividades constructivas	Afectación a la fauna silvestre	Programa de conservación y monitoreo de fauna silvestre	Afectación a la abundancia de especies faunísticas, posible colisión y electrocución de aves por la operación	Hábitat y nicho ecológico de las especies en constantes presión por las actividades antropogénica s y desarrollo de infraestructura.

Criterios Rv

Reversible en función de la escala de tiempo de mitigarse el impacto

Reversible 1

Irreversible 2

Grado de significancia

Bajo 1

Moderado 2

Alto 3

Rango de residualidad

El origen de la escala de valoración es 0.66, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que: $0.66 \leq IB \leq 1.65$

Niveles de residualidad del impacto

Baja 0 ≤ 0.66 (Impactos de baja afectación en el medio, no modifican de manera significativa los flujos de energía o las relaciones ecosistémicas)

Mo ≥ 0.67 ≤ 1.32 (Impactos de media afectación en el medio, no modifican de manera significativa los flujos de energía o las relaciones ecosistémicas, ni interactúan con otros impactos.)

A ≥ 1.32 (Impactos de alta afectación sobre el elemento evaluado, modifican de manera perceptual el entorno sin embargo no modifican de manera significativa los flujos de energía o las relaciones ecosistémicas, ni interactúan con otros impactos).

Tabla V.31. Calificación de residualidad de los impactos residuales identificados.

CALIFICACION DE IMPACTOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN NIVEL DE RESIDUALIDAD										
Elemento ambiental afectado	**Factor ambiental relevante afectado**	**Impacto**	**Magnitud**	**Reversibilidad**	**MEDIDAS DE MITIGACION**	**Reversibilidad del Impacto (R)**	**Significancia**	**Nivel de residualidad**	**Significancia**	**Grado**
Vegetación	Cobertura	-	P	M	evitar el desmonte de áreas no autorizadas, manejo de residuos, capacitación, etc.	1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	-	L	M	Programas de rescate de fauna, capacitación, medidas de conservación y protección de madrigueras y nidos, control de velocidad en obra	1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	-	L	M		1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Abundancia y distribución	-	L	M		1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Especies en la NOM 059	-	L	M		1	2	0.99	0.99	Moderado
Fauna	Especies en la NOM 059	-	L	M		1	2	0.99	0.99	Moderado
Fauna	Especies en la NOM 059	-	L	M		1	2	0.99	0.99	Moderado
Fauna	Especies endémicas	-	L	M		1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Especies endémicas	-	L	M		1	1	0.66	0.66	Bajo
Fauna	Especies endémicas	-	L	M		1	1	0.66	0.66	Bajo
Paisaje	Cualidades estéticas	-	R	M	Programas de mantenimiento de maquinaria, vehículos,	2	3	1.65	1.65	Muy alto

					capacitación, control de residuos, control del desmonte.					

Magnitud: Puntual (P), Local (L), Regional (R); **Reversibilidad:** Reversible (M), Irreversible (I); **Significancia:** Bajo (B); Moderado (Mo); Alto (A).

Referencia:			
Impacto	**Magnitud**	**Reversibilidad**	**Significancia**
Positivo+	Puntual: P	Reversible: M	Bajo: B
Negativo-	Local: L	Irreversible: I	Moderado: Mo
Neutro Ne* (una vez aplicada de manera efectiva la medida de mitigación o compensación)	Regional: R		Alto: A

Tabla V.32. Niveles de residualidad de los impactos residuales obtenidos.

Impactos residuales/ Factores/Elementos	Medidas de mitigación que se aplica durante la preparación del sitio y construcción	Impacto residual final en la etapa de operación.
Vegetación	Programas de rescate de flora, capacitación, medidas de conservación de suelo, incremento de cobertura vegetal, colecta de germoplasma	Bajo
Cobertura		
Fauna	Programas de rescate de fauna, capacitación, medidas de conservación y protección de madrigueras y nidos, control de velocidad en obra	Bajo
Abundancia y distribución		
Especies en estatus		Moderado
Especies endémicas		Bajo
Paisaje **Calidad paisajística**	Programas de mantenimiento de maquinaria y vehículos (percepción visual por emisiones) capacitación, control de residuos, control del desmonte.	Muy alto derivado de la operación del proyecto.

En términos generales los impactos residuales se presentarán en la etapa de operación la mayoría se evaluaron como impactos Bajos, moderados, el impacto residual que se evaluó como alto es el paisaje por la operación de la línea de transmisión. Si bien para todos ellos se han planteado medidas de mitigación, que son técnica y económicamente factibles de aplicar, cuya efectividad ha sido ampliamente probada. En este sentido los impactos residuales se operarán sobre estos factores, pero solo en el corto y mediano plazo. Es importante señalar que se seguirán las acciones de prevención y mitigación en la etapa de operación con la finalidad de minimizar la afectación al ecosistema y las poblaciones de fauna

silvestre, durante esta etapa se llevarán a cabo acciones de monitoreo y seguimiento a poblaciones de fauna silvestre.

Para estos efectos se han planteado medidas de mitigación descritas en el capítulo VI de este DTU; adicionalmente, existe el esquema de especificaciones de protección ambiental cuyo objetivo es servir como una guía de atención obligada para evitar la ocurrencia de afectaciones innecesarias, al controlar todos los procesos desde una perspectiva preventiva y de seguimiento continuo.

En el caso de los efectos relevantes sobre el relieve y la cubierta vegetal, las medidas de rescate y conservación de la estructura vegetal pretenden mediante toda una serie de prácticas de manejo y conservación de suelos, buscan recuperar la cubierta vegetal en aquellos sitios en donde resulte afectada y mejorar la condición de la cubierta en aquellos sitios se requiera, a fin de compensar aquella perdida por las obras de carácter permanente, particularmente para el caso de los sitios de construcción y de acceso.

V.6. Impactos acumulativos

El impacto acumulativo en el AP, AI y SAR, según se define en la normativa ambiental como: “El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente”.

Se puede decir, que el impacto ambiental acumulativo por la realización del proyecto eléctrico en una zona prácticamente forestal y urbana en menor proporción se da sobre el factor paisaje, fauna y vegetación. Tanto las actividades antropogénicas y la acción desmedida del crecimiento en la región que han estado impactando por

décadas sobre los factores bióticos y abióticos en la región donde se desarrolla el paisaje repercutirán en la zona donde se desarrollara el proyecto, provocando un impacto sobre la cobertura de la vegetación en la zona sin embargo se considera de baja significancia dicho impacto a estos elementos, en relación al paisaje este tiende a acumular su impacto de una manera u otra mantiene una tendencia a desaparecer, pues los demás prácticamente se asocian a otros proyectos que se presentan en la zona y que están en constante cambio, para el caso de la fauna el impacto aunque se considera como residual debido a la operación, este se acumulara en la zona con los existentes provocando cambios mínimos en los patrones de distribución de las especies pero se concluye que en un periodo menor a los 5 años la fauna se adaptara al proyecto volviendo a tomar su función dentro del ecosistema. El proyecto eléctrico será una acción particular para beneficiar el desarrollo urbano y económico de la región.

En la etapa de operación y mantenimiento de la línea eléctrica, debido a las condiciones propias de la vegetación ya no será necesario realizar actividades de poda o desmonte que aumenten la afectación a la vegetación ni ninguno de sus componentes. La realización del proyecto eléctrico en sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación, en sí mismo, los impactos que se causan en cada etapa, si bien son acciones particulares para líneas eléctricas, se clasifican como impactos de baja significancia y su permanencia en la mayoría de los casos es temporal.

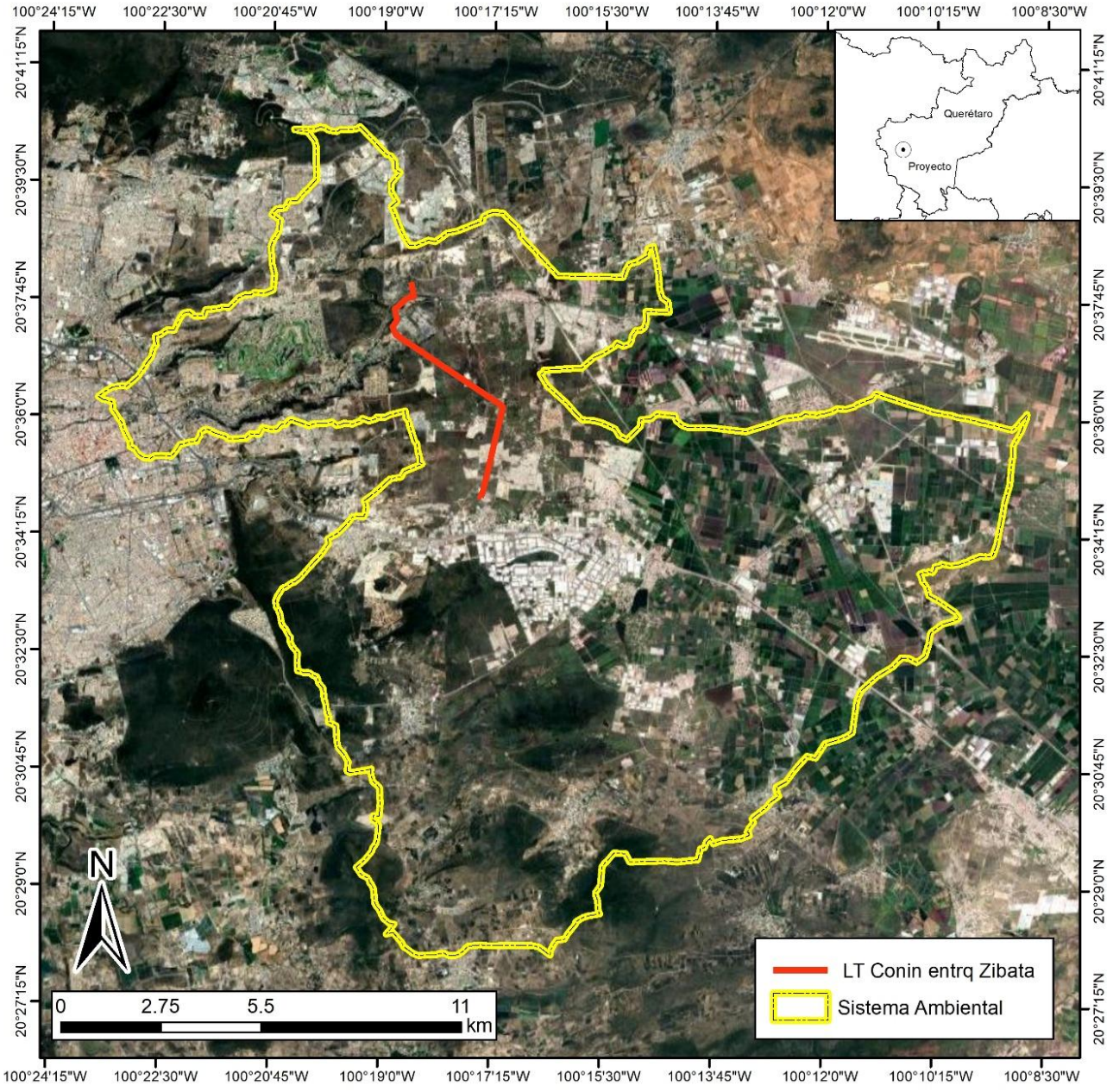
Sin embargo, por lo anteriormente expuesto, se busca evaluar los impactos ambientales acumulativos del proyecto como si éste fuera no la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades

humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

Para poder llevar a cabo primeramente la valorización y significancia de los efectos acumulativos e impactos asociados por las obras y/o actividades asociadas al proyecto se identificaron los proyectos y/o obras en construcción-operación que pudieran guardar relación directa o indirecta con el desarrollo de infraestructura eléctrica es importante señalar que lo que se evaluara con la metodología descrita es el impacto de la obra y/o actividad que se encuentra en el SAR.

Derivado de lo anterior se identificaron los siguientes.

1. Carretera No 200
2. LT Campanario-ZIBATA
3. Red de caminos de terracería y saca cosechas
4. Rio Querétaro
5. Desmonte para pastizales
6. Desmonte para asentamientos humanos
7. Arroyos temporales
8. Banco de materiales pétreos
9. Gasolineras El Marqués
10. Bancos de cantera
11. Derecho de vía Férreo



Mapa V.5. Impactos acumulativos asociados dentro del SAR al proyecto

V.7. Valoración de impactos acumulativos

Una vez identificados los obras o actividades que tienen relación con el proyecto y pueden tener o no una acumulación asociada a la operación del proyecto asociados a los impactos ambientales, se procede a la evaluación de estos por medio de la metodología de Bojórquez - Tapia *et al.* (1998), que considera ocho criterios de valoración los cuales son combinados en dos índices: el Índice básico y el Índice complementario

V.7.1. Criterios

Los parámetros básicos considerados fueron: dimensión, desarrollo o extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad. Los parámetros complementarios utilizados son: sinergia, acumulación, controversia y viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación adoptadas.

Este índice se obtiene utilizando los parámetros básicos (dimensión, extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{1}{15}\left(D_{ij} + E_{ij} + P_{ij} + C_{ij} + R_{ij}\right)$$

En donde:

Dij = Dimensión del impacto

Eij = Extensión del impacto

Pij = Permanencia del impacto

Cij = Certidumbre del impacto

Rij = Reversibilidad del impacto

Tales parámetros se definen de la siguiente manera y los criterios de valoración se presentan en la tablas siguiente.

- Tipo/Dimensión (D): el cual se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado componente. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.
- Desarrollo o extensión (E): considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo ya que su definición es de gran ayuda en la valoración de los impactos al ambiente.
- Permanencia (P): este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.
- Certidumbre (C): este criterio se refiere a la probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Es común clasificarlo cualitativamente como cierto, probable, improbable y desconocido.
- Intensidad/Reversibilidad (R): bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.
- Sinergia (acción conjunta de dos o más impactos) (S): el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales.
- Acumulación (aportación) (A): este criterio se enfoca a la medición del incremento del efecto en el ambiente ocasionado por un impacto determinado, derivado de la interacción con impactos de la misma naturaleza que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Controversia (Co): referentes a la existencia de posibles conflictos por el manifiesto interés de un sector de la sociedad por algunos de los elementos o componentes del entorno. Este interés se puede reflejar en normativa

aplicable al componente, a la manifestación expresa de la preocupación por su cuidado o conservación o por el aprovechamiento del recurso.

- Viabilidad de adoptar medidas de mitigación (M): desde este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir.
- En el efecto se señala si el impacto es negativo o positivo en relación con la acumulación.

Tabla V.33. Escala para la Determinación de los Criterios Básicos.

Criterios	Escala		
	1	2	3
Tipo/Dimensión	*Puntual,* afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, dentro de la franja del proyecto.	*Local*, si el efecto ocurre dentro la franja del proyecto a 1 km de separación del derecho de vía.	*Regiona*l, el efecto se manifiesta a más de 1 km de la franja del proyecto.
Desarrollo o Extensión	*Mínima*, si los valores de la afectación son menores al 50% del límite permisible por la normativa aplicable, o si las existencias afectadas son menores al 24% del total disponible en el área de estudio.	*Moderada*, cuando la afectación alcanza valores equivalentes entre el 50% y 100%, respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias.	*Alta,* cuando la afectación rebasa los valores permisibles indicados en la normatividad aplicable, más del 100%, o si la afectación es superior a 50% de las existencias de la región.
Permanencia	*Corta,* cuando la actividad dura menos de 1 mes.	*Mediana*, la actividad dura entre 1 mes y 1	*Larga*, la actividad dura más de 1 año.
Certidumbre	*Poco probable*, la probabilidad de	*Probable,* cuando la actividad implica	*Muy probable*, la probabilidad de

Criterios	Escala		
	1	2	3
	ocurrencia de determinada afectación puede ocurrir bajo condiciones extraordinarias o imprevistas.	riesgos potenciales, aunque el efecto podría variar dependiendo de las condiciones del proyecto o del ambiente.	ocurrencia del impacto es casi segura, determinada por la experiencia en otros proyectos del mismo giro.
Intensidad/Reversibilidad	*A corto plazo*, el impacto puede ser revertido por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	*A mediano plazo*, el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 2 años.	*A largo plazo*, el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a dos años.

Tabla V.34. Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala	
	1	0
Sinergia	*Existe:* Cuando se presentan interacciones entre los impactos	*No existe*.
Acumulación	*Existe*: Cuando se presentan efectos aditivos al impacto.	*No existe*.
Controversia	*Existe*: Cuando el criterio está regulado por la normatividad ambiental, o la manifestación expresa por el cuidado o conservación de los recursos.	*No existe*.

Tabla V.35. Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala		
	1	2	3
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	*Baja,* si la medida aminora la afectación hasta en un 25%.	*Mediana*, si la medida aminora la afectación en un 26 a 74%.	*Alta*, si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75% o más.

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$0.33 \leq IB \leq 1$

Índice complementario.

Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{3}(S_{ij} + A_{ij} + C0_{ij})$$

V.7.2. Metodología de evaluación

Como parte de la evaluación y significancia del impacto ambiental acumulativo asociado de se lleva a cabo la matriz de calificaciones de impactos acumulativos para la línea de transmisión eléctrica en la cual se establecen y aplican las funciones matemáticas con la finalidad de obtener las calificaciones para cada interacción,

aplicando los índices básicos, complementarios, de impacto y de significancia de impactos y con esto determinar su grado de significancia.

El primer paso es obtener el, índice básico el cual se obtiene y se detalla a continuación.

Índice básico.

Este índice se obtiene utilizando los parámetros básicos (dimensión, extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{1}{15}\left(D_{ij} + E_{ij} + P_{ij} + C_{ij} + R_{ij}\right)$$

En donde:

Dij = Dimensión del impacto

Eij = Extensión del impacto

Pij = Permanencia del impacto

Cij = Certidumbre del impacto

Rij = Reversibilidad del impacto

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$0{,}33 \leq IB \leq 1$

Índice complementario.

Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{3}(S_{ij} + A_{ij} + C0_{ij})$$

En donde:

Sij = Sinergia

Aij = Acumulación

Coij = Controversia

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$0 \leq$ IC ≤ 1

Índice de impacto.

El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Significancia de impacto.

Una vez obtenidos los indicadores IB, IC e II (básico, complementario y de impacto respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto, tomando en consideración la existencia y, en su caso, eficiencia esperada de las medidas de Mitigación (Mij).

Medidas de mitigación (Mij).

Donde:

IIij = Índice de impacto

Mij = Viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación

Los valores de la Significancia del Impacto (Sij) que se obtienen se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos:

Significancia	Valor	Color
BAJO	≤ 0.24	
MODERADO	≥ 0.25 ≤0.49	
ALTO	≥ 0.50 y ≤ 0.74	
MUY ALTO	> 0.74	

Cálculo de índices. Se calcularon los índices de acuerdo con la metodología sugerida (índice básico, índice complementario, índice de intensidad de impacto e índice de significancia), así como el rango de valores para la clasificación del Índice de Significancia.

Resultados de impactos ambientales acumulativos

A partir de las calificaciones obtenidas, se generó la matriz de evaluación de impactos ambientales en la que se señala la significancia de cada impacto. De acuerdo con los resultados de la aplicación de la metodología seleccionada se presentan los resultados por etapa del proyecto.

Para dar mayor claridad y facilidad de identificación en los resultados obtenidos de la significancia se establecieron colores distintivos que se señalan a continuación.

Significancia	Valor	Color
BAJO	≤ 0.24	
MODERADO	≥ 0.25 ≤0.49	
ALTO	≥ 0.50 y ≤ 0.74	
MUY ALTO	> 0.74	

Tabla V.36. Significancia de los impactos acumulativos asociados a la operación.

Numero	Obras y/o actividades que actualmente se desarrolla en el SAR	Etapa	CALIFICACION DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y EFECTOS ASOCIADOS A LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN EFECTOS EN LA OPERACIÓN																		
			Componente ambiental	Impacto Ambiental	Tipo/Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto €/Desarrollo	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Intensidad/Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	Efecto de la obra o proyecto del SAR	GRADO	Indicador
1	Carretera No 200	Operación	Calidad visual, fauna	Afectación al Paisaje, fauna	1	2	3	2	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	Negativo	ALTO	Porcentaje de visualización del proyecto,
2	LT Campanario-ZIBATA	Operación	Fauna	Distribución de aves, atropellamiento	1	2	3	2	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	3	0.00	Negativo	BAJO	Número de individuos de fauna afectada
3	Red de caminos de terracería y saca cosechas	Operación	Fauna	Distribución de aves, atropellamiento	2	2	3	1	2	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	Neutro	MODERADO	Número de individuos de fauna afectada
4	Rio Querétaro	Operación	Calidad visual	Afectación al Paisaje	1	1	3	1	3	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Negativo	MODERADO	Porcentaje de visualización del proyecto,
5	Desmonte para pastizales	Construcción y operación	Calidad visual	Afectación al Paisaje, fauna	1	1	3	1	3	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	Negativo	MODERADO	Porcentaje de visualización del proyecto,
6	Desmonte para asentamientos humanos	Construcción	Calidad visual	Afectación al paisaje, fauna	1	1	3	1	3	0.60	0	0	1	0.33	0.67	0.71	2	0.24	Negativo	BAJO	Porcentaje de visualización del proyecto,
7	Arroyos temporales	Operación	Calidad visual	Afectación al Paisaje	1	1	3	1	3	0.60	0	0	1	0.33	0.67	0.71	3	0.00	Negativo	BAJO	Porcentaje de visualización del proyecto,
8	Derecho de vía Férreo	Operación	Fauna	Afectación al Paisaje, fauna, contaminación atmosférica	1	1	3	1	1	0.47	0	0	1	0.33	0.67	0.60	3	0.00	Negativo	BAJO	Número de individuos de fauna afectada
9	Banco de materiales pétreos	Operación	Fauna	afectación al Paisaje, fauna, contaminación atmosférica	1	1	3	1	1	0.47	1	0	1	0.67	0.33	0.78	3	0.00	Neutro	BAJO	Número de individuos de fauna afectada

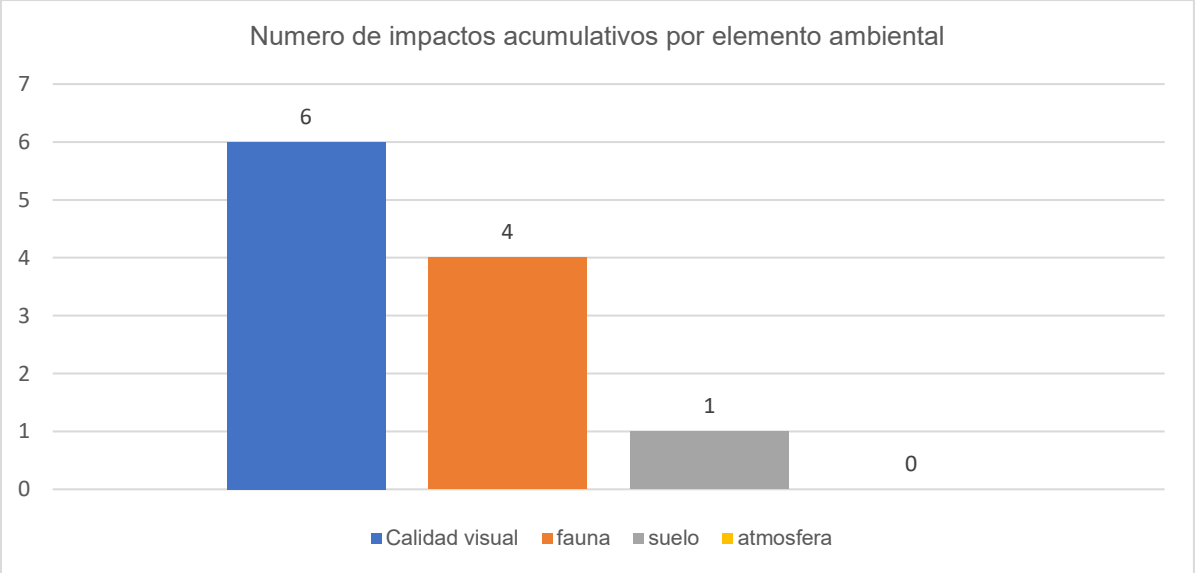
Numero	Obras y/o actividades que actualmente se desarrolla en el SAR	Etapa	CALIFICACION DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y EFECTOS ASOCIADOS A LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN EFECTOS EN LA OPERACIÓN																		
			Componente ambiental	Impacto Ambiental	Tipo/Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto €/Desarrollo	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Intensidad/Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C')	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	Efecto de la obra o proyecto del SAR	GRADO	Indicador
10	Gasolineras El marqués	Operación	Calidad visual	afectación al Paisaje, fauna, contaminación atmosférica	1	1	3	1	1	0.47	1	0	1	0.67	0.33	0.78	2	0.26	Negativo	MODERADO	Porcentaje de visualización del proyecto,
11	Banco de cantera	Operación	Suelo	contaminación atmosférica	1	1	2	1	1	0.40	1	0	1	0.67	0.33	0.74	2	0.25	Neutro	MODERADO	Vehículos o maquinaria verificados

A continuación, se señalan el número de impactos acumulativos con relación al elemento ambiental de los proyectos dentro del SAR.

Tabla V.37. Impactos Ambientales acumulativos por elemento ambiental con relación a la etapa de operación del proyecto.

Elemento Ambiental	Calidad visual	fauna	suelo	atmosfera	Total
Calidad visual	6	4	1	0	**11**

En la siguiente figura se muestra de manera gráfica el número de impactos antes mencionados.



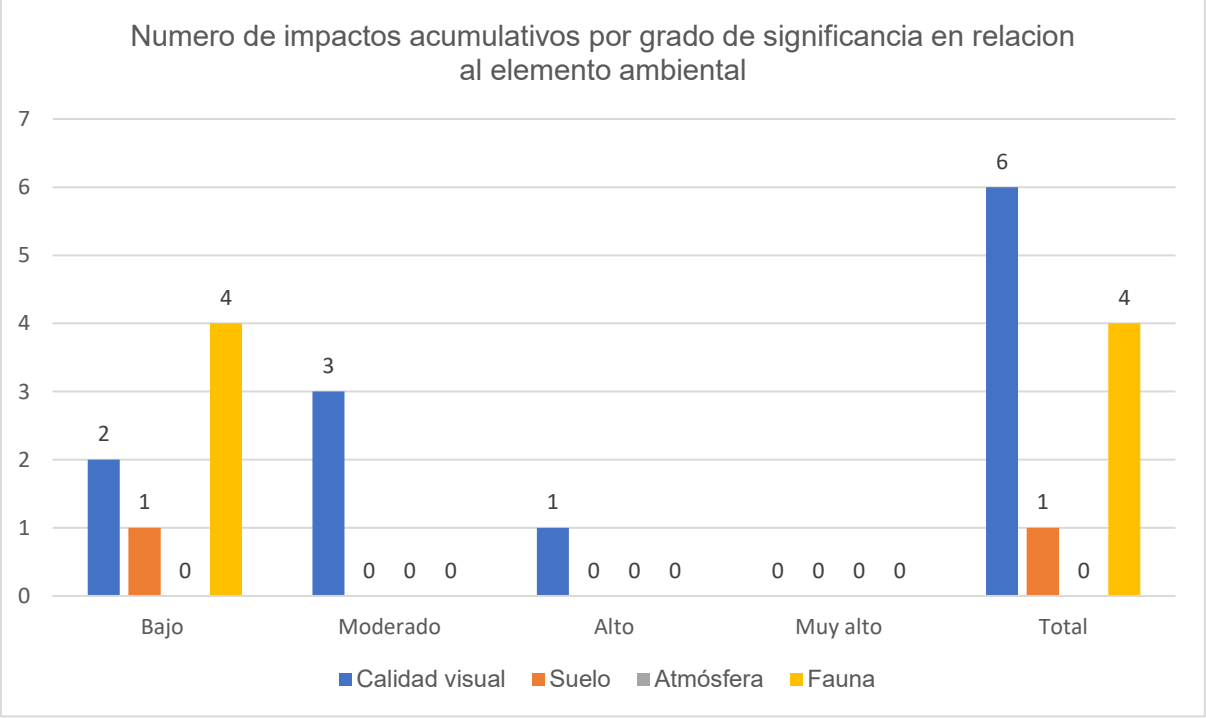
Gráfica V.5. Número de impactos acumulativos por elemento ambiental en la etapa de operación.

A continuación, se señala la significancia de los proyectos dentro del SAR con relación a la operación del proyecto eléctrico.

Tabla V.38. Impactos Ambientales por elemento ambiental con relación a su significancia

Elemento Ambiental	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Total
Calidad visual	2	3	1	0	6
Suelo	1	0	0	0	1
Atmósfera	0	0	0	0	0
Fauna	3	1	0	0	4
Total	6	4	1	0	11

En la siguiente figura se muestra de manera gráfica el número de impactos antes mencionados.



Gráfica V.6. Numero de impactos acumulativos por grado de significancia

La ejecución de la construcción y operación del proyecto se ubicará en zonas con distintos usos de suelo forestales, agrícolas, sin uso y de, como se detalló en el capítulo II del presente estudio, en términos generales y de manera global se identificaron 15 interacciones ambientales acumulativas para la línea y obras en la zona del SAR.

Impactos acumulativos identificados

Con relación a los impactos acumulativos asociados a la operación del proyecto se concluye que identificaron un total de 11 actividades o proyectos con algún grado de interacción ambiental de estos proyecto se señala lo siguiente.

En relación con el elemento ambiental que aporta mayor número de interacciones o impactos asociados tenemos a la calidad visual con 6, fauna con 4 y suelo con 1. Con relación a la significancia de las interacciones tenemos que en base a la clasificación de los impactos acumulativos tenemos 6 bajos, 4 moderadas y 1 altos, es importante señalar que existen actividades o proyectos que tienen un efecto neutro o sin efecto significativo relacionado directamente con la operación del proyecto.

Sin embargo, podemos concluir que la significancia del impacto asociado al proyecto y las obras que actualmente se desarrollan en el SAR es alta, al incrementar el efecto y la percepción de todos los elementos que se da en el elemento paisaje sumando la línea de transmisión a lo ya existente, debido a la no existencia de una medida de mitigación efectiva que permita eliminar o minimizar la afectación a la calidad visual del ecosistema.

El desarrollo del proyecto ocasionará impactos ambientales en el área del proyecto, sin embargo, el análisis previo nos señala que la mayoría de estos impactos son bajos a moderados significancia, ya que en más del 90 % serán mitigados por la ejecución de distintas acciones. La mayor parte de los impactos ambientales no presentaron atributos complementarios (sinergia y acumulación).

En los factores bióticos el factor fauna se verá impactado de manera acumulativa con la distribución o colisión de la línea asociado a otra obras, sin embargo se idéntica o se valoriza el impacto como bajo debido a la naturaleza del proyecto y de las aves que ahí se distribuyen y que son de vuelo bajo en su mayoría.

El paisaje es afectado principalmente por la incidencia visual del proyecto, que presenta estructuras conspicuas (las estructuras de soporte) y la remoción de la franja de la LT y los demás proyectos que influyen en el SAR propiciando una saturación y disminución de la calidad visual en la zona.

En cuanto a impactos ambientales acumulativos se puede decir que, a pesar de generar este tipo de impactos, no aportará impactos significativos de tal magnitud que pongan en riesgo su factibilidad, aunado a que se dará seguimiento a las medidas de mitigación y compensación que sean implementadas en la etapa de construcción, se reducirá de manera significativa dichos impactos acumulativos.

Como anteriormente en términos generales la mayor parte de los impactos generados por la obra son calificados como bajos y obedece a la implementación de medidas de mitigación y control asociado a cada uno de estos impactos, la medida de cada una de las medidas se desprende de la normativa ambiental aplicable y a los que se condicionen por la autoridad ambiental y la adicción de estos

impactos acumulativos no viene de ninguna manera a establecer un incremento significativo en el impactó en el ecosistema y SAR.

Como se señaló anteriormente la mayoría de los impactos moderados serán mitigados, prevenidos y compensados con medidas específicas para ello (ver capítulo VI).

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, un impacto significativo o relevante es “aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”, por ello se considera que los impactos identificados no se pueden catalogar como significativos o relevantes, ya que aunque tendrán efectos en el ecosistema, no rompe con la estructura y función del mismo, ni obstaculiza la existencia y desarrollo del hombre y los demás seres vivos, pues como se ha señalado, el proyecto no vendrá a romper el flujo sistémico del SAR.

Desde el punto de vista ambiental, se prevé que el proyecto no pondrá en riesgo los servicios ambientales y el flujo que proporciona el ecosistema identificado debido a las siguientes consideraciones:

- Cercanía del sitio a infraestructura existente, como carreteras, caminos, plantas de generación de energía eléctrica y sus líneas de transmisión.
- Es importante señalar que la trayectoria de la LT propuestos presenta cierto grado de alteración por el pastoreo de tipo extensivo de la región y la infraestructura existente, aun así, presenta un escenario en buen estado de conservación que se extiende hacia la parte alta de la microcuenca.

Tabla V.39. Especies vegetales bajo régimen de protección legal dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado), y dentro del proyecto en estudio

No	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Coryphantha radians*	Biznaga	Amenazada

En tanto de la fauna silvestre registrada en el sitio del proyecto se observó lo siguiente.

Tabla V.40. Especies de fauna silvestre bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, registrados en el área de estudio de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Reptiles	*Sceloporus torquatus*	Endémica
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Con respecto al paisaje, el sitio presenta vegetación forestal en bajo estado de conservación y cercanas a estas se presentan terrenos desprovistos de vegetación que es ahí donde se ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y compensación para factores como suelo, agua y vegetación.

Por lo que se presume en base a los resultados obtenidos de los demás capítulos identificados para el proyecto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, así como, tampoco ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, ni la cantidad de carbono por el derribo de

la vegetación; considerando que existen medidas de prevención, mitigación y/o compensación para minimizar o anular los impactos ambientales que se presentarán por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, por lo tanto, no se rebasará la capacidad de carga del mismo, así como también no se prevé que se ocasiones desequilibrios ecológicos por el desarrollo del proyecto.

Lo anterior, debido a que el grado de afectación para las diferentes componentes ambientales que se verán afectadas por el proyecto, se determinó conforme a los resultados obtenidos es considerado de baja significancia, debido a los criterios de identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales que se previeron por el desarrollo del proyecto.

El seguimiento posterior a la construcción y durante la operación de acciones de monitoreo de elementos ambientales como la fauna en específico podrán demostrar a la autoridad que con la implementación oportuna y la correcta ejecución de las actividades de control queda manifestado que la fauna no se verá afectada por la operación del proyecto, el único elemento o factor que no podrá ser mitigado o compensado como tal será el paisaje.

En general los impactos serán absorbidos y depurados por parte del ambiente en un tiempo menor a los 8 años, como lo serían la afectación a la vegetación, suelo, hidrología entre otros relacionados directamente con la construcción.

Sin embargo, por lo anteriormente expuesto, se busca evaluar los impactos ambientales acumulativos del proyecto como si éste fuera no la única fuente de cambio en el SAR es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades

humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

V.8. Resumen y Conclusiones del proyecto

La ejecución de la construcción y operación del proyecto se ubicará en zonas con distintos usos de suelo forestales, agrícolas, sin uso y de, como se detalló en el capítulo II del presente estudio, en términos generales y de manera global se identificaron 143 interacciones ambientales de las cuales son 75 en preparación del sitio, 45 construcción y 23 en operación.

Tabla V.41. Resumen de Impactos por obras a nivel SAR.

Impactos ambientales registrados en el SAR generados por las obras y/o actividades que se desarrollan actualmente			**Relación de impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
Obras y/o actividades que actualmente se desarrolla en el SAR	Componente ambiental	Impacto ambiental						
Actualmente en la zona del sistema ambiental no consideraron o evaluaron obras o actividades que tengan injerencia directa con la evaluación de impactos ambientales asociados al proyecto, este apartado se realizó en la evaluación de impactos acumulativos que se anexa								

Tabla V.42. Resumen de Impactos por obras y actividades preparación del sitio

Preparación del sitio del proyecto								
Impactos ambientales			**Relación de impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental						
Acceso a sitios de construcción y apertura de acceso a sitios de construcción, uso de maquinaria y generación de residuos	Suelo	Perdida de suelo, posible contaminación	Significativo		Puntual	Mínima	Negativo	Numero de derrames atendidos
	Atmósfera	Emisiones a la atmósfera y ruido	Significativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Número de vehículos fuera de norma
	Hidrología superficial	Modificación del patrón de drenaje/uso actual	Significativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	N/a
	Vegetación	Pérdida de cobertura, abundancia, especies en la NOM 059/endémicas, composición	Significativo	Permanente y temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Superficie desmontada/especies rescatadas

Preparación del sitio del proyecto								
	Fauna	Modificación de hábitat (Temporal), abundancia, composición, especies en la NOM 059/endémicas	Significativo, se considera como residual la posible afectación a la fauna por la operación del proyecto	Permanente y temporal	Puntual y local	Mínima	Negativo	Especies rescatadas
	Paisaje	Cualidades estéticas	Significativo, acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alto	Negativo	N/a
	Sociales y económicos	Uso del suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo	N/a

Tabla V.43. Resumen de Impactos por obras y actividades construcción

Construcción del proyecto								
Impactos ambientales			Relación de impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental						
Excavaciones, Habilitado de acero, cimentación, relleno y compactado, armado, vestido,	Suelo	Perdida de suelo, posible contaminación	Significativo		Puntual	Mínima	Negativo	Número de derrames atendidos

Construcción del proyecto								
sistema de tierras, tendido, uso de maquinaria	Atmósfera	Emisiones a la atmósfera y ruido	Significativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	Número de vehículos fuera de norma
	Hidrología superficial	Modificación del patrón de drenaje/uso actual	Significativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	N/a
	Fauna	Modificación de hábitat (Temporal), abundancia, composición, especies en la NOM 059/endémicas	Significativo, se considera como residual la posible afectación a la fauna por la operación del proyecto	Permanente y temporal	Puntual y local	Mínima	Negativo	Especies rescatadas

Tabla V.44. Resumen de Impactos por obras y actividades Operación

Operación del proyecto								
Impactos ambientales			**Relación de impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental						
Operación de línea de transmisión Por acceso y mantenimiento	Suelo	Perdida de suelo, posible contaminación	Significativo		Puntual	Mínima	Negativo	N/a
	Atmósfera	Emisiones a la atmósfera y ruido	Significativo	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo	N/a
	Fauna	Abundancia, especies en la NOM 059/endémicas	Significativo, se considera como residual la posible afectación a la fauna por la operación del proyecto	Permanente y temporal	Puntual y local	Mínima	Negativo	Números de organismos muertos
	Paisaje	Cualidades estéticas	Significativo, acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alto	Negativo	N/a

Tabla V.45. Resumen general de Impactos por obras y actividades para el proyecto

Elemento Ambiental	Etapas	Impacto ambiental	Medida de mitigación aplicable
Geomorfología	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Modificación del relieve y topoformas producto del desmonte	Manejo de vegetación y rescate de plantas nativas.
Suelo	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Cambio en la estructura del suelo, compactación, cambio en la estructura física y cohesión del suelo, contaminación del suelo, afectación a la calidad visual, perdida de suelo por agentes erosivos, modificación del drenaje.	Se conservará el estrato herbáceo y arbustivo en la etapa de operación, programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos, programa de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, capacitación al personal en relación con aspectos ambientales, programa de conservación de suelos y retención de humedad
Atmósfera	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Aumentos en los niveles de contaminación atmosférica por emisiones, ruido, que provoca desplazamiento a la fauna silvestre.	Programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos, programa de verificación de maquinaria, controles operacionales para el control de emisiones a la atmósfera y ruido, capacitación al personal en relación con aspectos ambientales.

Elemento Ambiental	Etapas	Impacto ambiental	Medida de mitigación aplicable
Hidrología superficial	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Modificación del patrón de escurrimiento superficial, cambios en los niveles de infiltración y escurrimientos, contaminación de escurrimientos superficiales de manera accidental por derrames por el uso de vehículos y maquinaria, modificación del uso actual.	No se ubicarán estructuras dentro de los cuerpos de agua arroyos intermitentes evitando obstruir el flujo de las corrientes naturales. Se implementarán obras de control de escurrimiento e infiltración.
Vegetación	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Perdida de cobertura por la acción de remoción de vegetación, cambios en la composición de especies, afectación a Especies endémicas y/o especies en alguna categoría de manejo por las actividades constructivas como seria remoción, poda, extracción o negligencia del personal, afectación a especies de	Manejo de vegetación, Programa de rescate y reubicación de flora, vigilancia ambiental, programa de incremento a la cobertura vegetal, limitar las áreas del proyecto al mínimo requerido.
Fauna	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Cambios en la abundancia y distribución de especies, desplazamiento de especies, modificación del nicho ecológico, afectación a madrigueras y nidos, muerte por colisión, atropellamiento, modificación del hábitat, creación de efecto borde para fauna, lesiones a la fauna, electrocución y/o colisión por la operación de la línea, cambios o modificación del comportamiento de especies silvestres.	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, vigilancia ambiental, capacitación al personal en relación con aspectos ambientales, supervisión ambiental. Instalación de disuasores de vuelo en los cables de guarda, para evitar la colisión de aves.

Elemento Ambiental	Etapas	Impacto ambiental	Medida de mitigación aplicable
Paisaje	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	Contaminación visual por el proyecto por la operación de la línea de transmisión, cualidades estéticas asociado a la remoción de la vegetación, uso de maquinaria y vehículos durante la construcción.	Se realizó un análisis de alternativas de trayectorias, minimizando la afectación al paisaje, control de residuos de obra, manejo de vegetación y rescate de plantas nativas.

Impactos ambientales del proyecto

Sin embargo, podemos concluir que la significancia alta se da en el elemento paisaje debido a la no existencia de una medida de mitigación efectiva que permita eliminar o minimizar la afectación a la calidad visual del ecosistema.

El desarrollo del proyecto ocasionará impactos ambientales en el área del proyecto, sin embargo, el análisis previo nos señala que la mayoría de estos impactos son bajos a moderados significancia, ya que en más del 90 % serán mitigados por la ejecución de distintas acciones. La mayor parte de los impactos ambientales no presentaron atributos complementarios (sinergia y acumulación).

La remoción de la cobertura vegetal en términos generales detonara todos los impactos asociados a las actividades de construcción; ya que tendrá que ser eliminada; sin embargo con la implementación de un esquema de manejo de superficies se mantendrá una cubierta arbustivo y herbáceo, con lo cual se evitará en derribo de una buena parte de la superficie con uso forestal; adicionalmente se implementarán acciones para proteger en sitio y rescatar especies de flora protegidas, lo que reducirá significativamente el referido impacto; entre otras; para mayor detalle ver Capítulo VI.

En los factores bióticos el factor fauna se verá impactado temporalmente, debido al desplazamiento de ésta que generaran las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, aunque cuando concluya dicho proceso, retornará a la zona; así mismo, se afecta a la diversidad, debido a daño por el personal y/o la maquinaria durante el proceso constructivo y por las posibles colisiones de aves que pudieran presentarse durante la etapa de operación. La vegetación, aunque afectada en sus atributos de cobertura, está confinada a las áreas de desmonte permanente. Las afectaciones al paisaje, aunque de efectos permanentes no suponen barreras al movimiento de especies y/o flujo genético.

El paisaje es afectado principalmente por la incidencia visual del proyecto, que presenta estructuras conspicuas (las estructuras de soporte) y la remoción de la franja de la LT.

El medio socioeconómico presenta un balance positivo en los efectos del proyecto, por la derrama económica que supondrá la gestión del derecho de paso del DV del proyecto, por la activación económica que tendrán las comunidades cercanas al proporcionar servicios de hospedaje y alimentación durante la construcción del proyecto, y por supuesto el beneficio económico al fortalecer el suministro de energía eléctrica regionalmente, y lo que esto implica.

Por otro lado, una gran parte del proyecto es de baja frecuencia en cuanto a presencia humana se refiere, por lo que no existen efectos sinérgicos y acumulativos de consideración y, por lo mismo el proyecto no es un factor que refuerce o intensifique los agentes de deterioro que están actuando de cualquier modo en el área.

Lo más relevante en efectos positivos son el impulso a las actividades económicas y el bienestar general de manera regional, al fortalecer el suministro de energía eléctrica, la cual es un insumo en casi todas las actividades económicas y de servicios.

En cuanto a impactos ambientales acumulativos se puede decir que, a pesar de generar este tipo de impactos, no aportará impactos incrementales de tal magnitud que pongan en riesgo su factibilidad, aunado a que se dará seguimiento a las medidas de mitigación y compensación que sean implementadas en la etapa de construcción, se reducirá de manera significativa dichos impactos acumulativos.

Los componentes ambientales más afectado es el suelo, Atmósfera, suelo fauna, seguida por vegetación, hidrología superficial y paisaje. La etapa del proyecto donde se generan más impactos es la construcción, preparación del sitio y operación. A pesar de que el mayor número de impactos se encuentra en las etapas de construcción, uno de los factores con mayor resiliencia o con residualidad tienen que ver con el paisaje y la afectación a la fauna., provocado por las acciones relacionadas con el desmonte y despalme, uso y mantenimiento de vehículos y maquinaria y presencia de personal en operación y mantenimiento, así como la visualización de la línea como impacto residual que no se puede mitigar al 100 %.
En términos generales la mayor parte de los impactos generados por la obra son calificados como bajos y obedece a la implementación de medidas de mitigación y control asociado a cada uno de estos impactos, la medida de cada una de las medidas se desprende de la normativa ambiental aplicable y a los que se condicionen por la autoridad ambiental.

La mayoría de los impactos moderados serán mitigados, prevenidos y compensados con medidas específicas para ello (ver capítulo VI).

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, un impacto significativo o relevante es “aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”, por ello se considera que los impactos identificados no se pueden catalogar como significativos o relevantes, ya que aunque tendrán efectos en el ecosistema, no rompe con la estructura y función del mismo, ni obstaculiza la existencia y desarrollo del hombre y los demás seres vivos, pues como se ha señalado, el proyecto no vendrá a romper el flujo sistémico del SAR.

La actividad humana ha llevado a la degradación de los recursos naturales, debido al mal uso que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos, siendo mucho mayor que las primeras generativas. Por ello urge buscar principios que orienten el progreso tecnológico y la vida en armonía con la naturaleza, aprovechando los bosques sin destruirlos; aquí radica la importancia de un estudio, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas. El estudio técnico justificativo” servirá, además como base para realizar las labores tendientes al cambio de uso de suelo en terreno forestal; así como también las labores y avances de estas.

Desde el punto de vista ambiental, se prevé que el proyecto no pondrá en riesgo los servicios ambientales que proporciona el ecosistema identificado debido a las siguientes consideraciones:

- Cercanía del sitio a infraestructura existente, como carreteras, caminos, y sus líneas de transmisión.

- Es importante señalar que la trayectoria propuesta de la LT presentan cierto grado de alteración por el pastoreo de tipo extensivo de la región y la infraestructura existente, aun así, presenta un escenario en buen estado de conservación que se extiende hacia la parte alta de la microcuenca.
- Con respecto al paisaje, el sitio presenta vegetación forestal en buen estado de conservación y cercanas a estas se presentan terrenos desprovistos de vegetación que es ahí donde se ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y compensación para factores como suelo, agua y vegetación.

Por lo que se presume en base a los resultados obtenidos para el proyecto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, así como, tampoco ocasionará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, ni la cantidad de carbono por el derribo de la vegetación; considerando que existen medidas de prevención, mitigación y/o compensación para minimizar o anular los impactos ambientales que se presentarán por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, por lo tanto, no se rebasará la capacidad de carga del mismo, así como también no se prevé que se ocasiones desequilibrios ecológicos por el desarrollo del proyecto.

Lo anterior, debido a que el grado de afectación para las diferentes componentes ambientales que se verán afectadas por el proyecto, se determinó conforme a los resultados obtenidos es considerado de baja significancia, debido a los criterios de identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales que se previeron por el desarrollo del proyecto, esto a la luz de las siguientes consideraciones:

Durante esta etapa de preparación del sitio, los factores suelo, vegetación, aire, paisaje y el medio socioeconómico serán los más afectados, aunque este último factor será de manera positiva debido a la generación de empleos directos e

indirectos en la región. Sin duda en las actividades del trazo, desmonte y nivelación para la construcción de la obra, son las acciones que ocasionan el mayor impacto ambiental en el inicio de cualquier obra y/o actividad, no obstante, al evaluar la significancia de los impactos esperados se identificó que dichos impactos son negativos no significativos o poco significativos para los atributos ambientales de calidad de suelo, cobertura vegetal y especies de protección legal (flora), no obstante, las actividades de esta etapa ocasionarán un impacto significativo en el paisaje, ya que con el desmonte y despalme se perderá la cobertura vegetal impactarán la calidad visual del paisaje.

Además, los atributos ambientales de cobertura vegetal y especies de protección legal (flora y fauna) resultaron significativos, debido a que las áreas seleccionadas con vegetación forestal forman hábitats ecológicamente importantes para las especies faunísticas que fueron identificadas en el área de influencia y área del proyecto, pero que al aplicar las medidas de prevención y mitigación los efectos son reducidos de forma significativa.

- Asimismo, cabe señalar que otros atributos ambientales que se verán afectadas de manera no significativa son: la calidad del aire y el nivel de ruido, esto en virtud de que el uso de maquinaria y equipo producirá emisiones a la atmósfera (humo y polvo), además de la emisión de ruido.
- En lo concerniente al factor socioeconómico, se espera que los impactos identificados tengan un carácter positivo, debido a la contratación de trabajadores de la región y a los empleos indirectos que éstos generen; sin embargo, es importante acotar que este impacto sólo será temporal, motivo por el cual fue calificado como no significativo.
- Las actividades constructivas del proyecto (obra civil, mecánica y eléctrica) durarán 18 meses y consistirá en la instalación de toda la infraestructura

relacionada con el proyecto y obras provisionales, entre otras. De acuerdo con la evaluación realizada, los factores ambientales más afectados serán nuevamente el aire, el suelo y el socioeconómico, no obstante, la significancia obtenida para estos atributos ambientales es poco o no significativos. Los motivos de los impactos identificados para esta etapa son los mismos que los descritos para la etapa de preparación del sitio, con la única excepción de que éstos tendrían mayor duración en la etapa constructiva, lo que conlleva a mayores emisiones de humos y polvo a la atmósfera, mayor duración de las emisiones de ruido por el uso de la maquinaria y equipo y mayor cantidad de personal será contratada para esta etapa.

- Como en la etapa anterior, el atributo ambiental que se verá más afectado es la calidad visual, debido principalmente a la instalación y montaje de estructuras. Con relación a los demás factores ambientales, fauna y vegetación, éstos no se verán afectados por las actividades en esta etapa del proyecto, en virtud de que estas componentes ya fueron evaluadas en la etapa de preparación en donde daría lugar la modificación del ecosistema.
- Durante la etapa de operación y mantenimiento no se identificaron impactos hacia los medios biótico y abiótico, no así para el medio perceptual y socioeconómico en donde se identificaron impactos negativos para el primero y positivos para el segundo, respectivamente; esto es impactos que van de significativo negativo para el factor paisaje, a significativos y muy significativos de forma positiva para el factor socioeconómico, debido a la generación de empleo y a satisfacer la demanda de energía para la región.
- Como consideraciones generales, podemos decir que, actualmente la zona cuenta con cubierta de vegetación forestal sin uso aparente más que el que la vegetación proporciona. Todo cambio de uso del suelo en terreno forestal debe tomar en cuenta aquellos aspectos que permitan identificar, prevenir y

disminuir los efectos adversos ocasionados por el mismo, como son: la erosión, efectos sobre la fauna, la vegetación, etc. Por tal motivo, se trata de afectar lo menos posible a los ecosistemas, prueba de ello es que el área del proyecto se ubica en zonas alteradas y perturbadas, no así para el tramo con presencia de vegetación de selva baja caducifolia, por donde es necesario cruzar la línea de transmisión para interconectarla a una existente, es por ello por lo que se aplicarán estas medidas de prevención, mitigación y compensación.

El seguimiento posterior a la construcción y durante la operación de acciones de monitoreo de elementos ambientales como la fauna en específico podrán demostrar a la autoridad que con la implementación oportuna y la correcta ejecución de las actividades de control queda manifestado que la fauna no se verá afectada por la operación del proyecto, el único elemento o factor que no podrá ser mitigado o compensado como tal será el paisaje.



CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Contenido

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 2

VI.1. Atención A Los Elementos De Excepción Del Artículo 93 De La Reforma De La LGDFS.....4

VI.1.1. DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS SE MANTENGA (NO COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD)..... 4

VI.1.2. DEMUESTRE QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO GENERA LA EROSIÓN DEL SUELO)..... 443

VI.1.3. DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA)..... 56

VI.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL 68

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

El desarrollo de proyectos en la actividad cotidiana del ser humano ha generado la degradación de recursos naturales, debido al uso poco compatible que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado. Lo cual ha ocasionado la destrucción, desgaste y en diversos casos hasta el desperdicio de dichos recursos. Por ello, es apremiante la necesidad de generar principios que orienten el desarrollo tecnológico y la vida productiva en equilibrio con la naturaleza, aprovechando selvas, matorrales y bosques sin destruirlos. En este sentido, radica la importancia de una evaluación ambiental, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas. El Documento Técnico Unificado (DTU) para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF) es un instrumento que orienta bajo criterios técnicos las actividades tendientes al desmonte, así como también las labores y avances de las mismas.

Con el objeto de cumplir lo que establece el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuyo cumplimiento depende la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales solicitada, se orientó el estudio y documentación que se presenta en el Documento Técnico Unificado (DTU) para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF), considerando lo siguiente:
El artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, *(DOF, 26-abril-2021, DECRETO por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)),* establece:

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

Para abordarlo, se considera la *Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para cambio de uso de suelo en terrenos forestales* emitida por la SEMARNAT y el *Instructivo para la Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Regional*, en donde este último establece:

> *Que el capítulo en referencia es de importancia en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que la información generada en los Capítulos anteriores y la justificación que se incorpore en este apartado, permitirá establecer el vínculo directo con el artículo 93[1] de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, para determinar la viabilidad o no de otorgar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, cuando las evidencias demuestren a través del DTU Modalidad B-Regional.*

De la lectura de la disposición citada se entiende que solamente está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, **por excepción**, cuando se demuestre a través del estudio para cambio de uso de suelo forestal, que se cumpla el supuesto siguiente:

- **Demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad)**
- **Demuestre que la erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no genera la erosión del suelo)**
- **Demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)**

Finalmente, en este capítulo se señala la información técnica a utilizar, con lo cual, se denota que, este capítulo trata particularmente de una recopilación de la información vertida en los diversos apartados de los capítulos del DTU del proyecto en estudio.

Del total de la superficie del Proyecto Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, equivale a **17.5413** ha, la cual tendrá una superficie

[1] Articulo 117 hasta antes del 05/06/18. DECRETO por el que se abroga la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de febrero de 2003, se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y se reforma el primer párrafo al artículo 105 y se adiciona un segundo párrafo al mismo artículo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

forestal de **4.9302** ha de vegetación de selva baja caducifolia (SBC) que requiere autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF).

Se considera que las actividades y obra del proyecto no ponen en riesgo los servicios ambientales que proporciona el ecosistema forestal por el siguiente criterio:

VI.1. Atención A Los Elementos De Excepción Del Artículo 93 De La Reforma De La LGDFS

VI.1.1. DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS SE MANTENGA (NO COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD)

Para argumentar que las actividades y obra del Proyecto Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA en comento atiende al precepto de exception señalado en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS que refiere a que demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad), se realiza un análisis considerando dos factores principales, la Flora y la Fauna.

Factor Flora

La comunidad de vegetación existente en la zona del área de estudio de las actividades y obra del proyecto corresponde al tipo de vegetación denominado Selva Baja Caducifolia (SBC). El cuál es la vegetación predominante en la unidad de análisis (cuenca) en estudio; sin embargo, en el caso de las áreas donde se ubica la obra del proyecto, está sujeta a una constante presión por la eliminación de la capa de vegetación para el crecimiento de las zonas urbanas y sobre todo por el sobre pastoreo.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en el proyecto se registró una (01) especie en categoría de y enlistada en esta norma, que lista las especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación

(30-12-10), en la superficie de CUSTF, siendo esta la *Coryphantha radians* (biznaga), catalogada como en Amenazada (A) .

Tabla VI.1. Comparativo de la cubierta vegetal en la unidad de análisis microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y el o los predios sujetos a CUSTF.

Valores Sistema Ambiental	Compativo ha	
	Microcuenca	Predios CUSTF
Agricultura de riego anual y semipermanente	8,465.0	
Agricultura de temporal anual	7,967.0	
Asentamientos humanos	3,560.0	
Cuerpo de agua	37.0	
Desprovisto de vegetación	237.0	
Pastizal inducido	356.0	
Matorral crasicaule	466.0	
Selva baja caducifolia	5,480.0	4.9302
Total	**26,590.0**	**4.9302**

Como resultado de la tabla anterior se concluye que la unidad de análisis (microcuenca hidrográfica forestal **La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado)** cuenta con una superficie forestal de vegetación de selva baja caducifolia de **5,480.0 ha** y la superficie donde se realizara el CUSTF será de **4.9302 ha** (vegetación de selva baja caducifolia), por lo cual se considera que el grado de afectación al servicio ambiental será nulo o imperceptible dado que la superficie arbolada la cual será sometida a cambio de uso de suelo representa apenas el **0.089%** del total en la unidad de análisis, el cual será mínimo y con esto se demuestra que No se compromete en ecosistema en análisis que se solicita CUSTF para este proyecto en estudio.

Todos los individuos inventariados en el proyecto presentan forma de vida arbórea, arbustiva, helechos y epifitas, mientras que el restante estuvo compuesto por herbáceas, lo que evidencia el estado de la vegetación, siendo diversa tanto en familias como en especies.

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística de la unidad de análisis (cuenca) o sistema ambiental regional (SAR)

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro de la unidad de análisis en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado):

Selva baja caducifolia (SBC):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 62.13%, le sigue la "*Prosopis laevigata*" con el 8.11% y la "*Celtis pallida*" con el 6.65%, que juntas tienen una importancia por encima del **76.89%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Croton morifolius*" la cual registra un 22.62%, le sigue la "*Montanoa leucantha*" con el 19.92% y la "*Karwinskia humboldtiana*" con el 15.56%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.10%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Echinocereus cinerascens*" la cual registra un 63.62%, le sigue el *Jatropha dioica* con 16.01% y por último la *Tillandsia recurvata* con el 11.85%, que tiene una importancia por encima del **91.48%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **14** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.55%), *Cenchrus ciliaris* (12.27%) y *Simsia amplexicaulis* (9.60%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **70.42%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.27698)*, Acacia farnesiana* (0.20156) y *Prosopis laevigata* (0.1749); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron el *Ipomoea murucoides*, *Bursera copallifera* y *Opuntia lasiacantha* con un valor de 0.01044, cada una

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.3657)*, Karwinskia humboldtiana* (0.34207) y *Montanoa leucantha* (0.24591); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Mimosa biuncifera*, *Mimosa biuncifera* y *Dalea bicolor* cada uno con un valor de 0.01396.

✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.3617)*, Echinocereus cinerascens* (0.35742) y *Tillandsia recurvata* (0.33162); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Aloe vera* con 0.00219, *Agave salmiana* con 0.00401 y *Coryphantha radians* con un valor de 0.00729.

✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.36421, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.29926 y *Eragrostis cilianensis* con 0.23088; por último, los más bajos son *Crotalaria sagittalis* con *0.02556, Abutilon dugesii* con 0.04449 y *Waltheria indica* con 0.04449.

➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5101**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.3462**.

- El **estrato arbustivo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **20** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6698**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.9957** y **H´** es de **2.0064**.

- De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5273**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1585**.

- El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **14** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7083**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **2.6391** y **H´** es de **1.8692**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **14** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **76.89%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **20** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.10**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **91.48%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **14** especies registradas para este estrato y

que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **70.42%**.

Resumen de Indicadores de diversidad (**Tabla VI.2**):

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	1.3462	0.5101
	Estrato arbustivo	20	2.0064	0.6698
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1585	0.5273
	Estrato herbáceo	14	1.8692	0.7083

<u>Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística del o los predios sujeto a CUSTF de la obra en estudio</u>

Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro del predio sujeto a CUSTF de la obra en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Selva baja caducifolia (SBC):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Bursera fagaroides*" la cual registra un 27.56%, le sigue la "*Acacia farnesiana*" con el 18.55% y la "*Celtis pallida*" con el 12.37%, que juntas tienen una importancia por encima del **58.48%** del total del índice de

dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Karwinskia humboldtiana*" la cual registra un 26.67%, le sigue la "*Croton morifolius*" con el 23.03% y la "*Mimosa biuncifera*" con el 17.98%, que juntas tienen una importancia por encima del **67.68%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en cobertura vegetal es la "*Tillandsia recurvata*" la cual registra un 55.77%, le sigue el *Aloe vera* con 21.09% y por último la *Jatropha dioica* con el 15.39%, que tiene una importancia por encima del **92.25%** del total del índice de dominancia, el resto no presenta homogenidad respecto a su dominancia, conformando la cifra restante.

- Parámetros bióticos de la selva baja caducifolia del estrato herbáceo del área de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de **07** especies del estrato herbáceo de la selva baja caducifolia, siendo *Aristida divaricata* (48.37%), *Cenchrus ciliaris* (26.89%) y *Simsia amplexicaulis* (9.45%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **84.71%.**

✓ El índice de diversidad para el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Bursera fagaroides* (0.36033), *Acacia farnesiana* (0.33268) y *Celtis pallida* (0.25196); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron la *Ehretia anacua* con 0.02853, *Opuntia lasiacantha* con 0.03946 y *Bursera copallifera* con un valor de 0.08374.

✓ El índice de diversidad para el **estrato** de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Croton morifolius* (0.35432), *Parthenium incanum* (0.33072) y *Mimosa biuncifera* (0.30622); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Condalia velutina* con 0.00853, *Baccharis pteronioides* con 0.02136 y *Dalea bicolor* con un valor de 0.02136.

- ✓ El índice de diversidad las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Jatropha dioica* (0.36179), *Tillandsia recurvata* (0.32493) y *Echinocereus cinerascens* (0.18409); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Cissus sicyoides* con 0.00787, *Coryphantha radians* con 0.00787 y *Agave salmiana* con un valor de 0.02998.

- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de la selva baja caducifolia se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Aristida divaricata* con 0.3426, seguido por *Cenchrus ciliaris* con 0.3531 y *Panicum fasciculatum* con 0.24214; por último, los más bajos son *Zinnia peruviana* con 0.04587, *Crotalaria sagittalis* con 0.06276 y *Waltheria indica* con 0.09189.

- ➢ El **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **12** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8056**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en el área de estudio es de **2.4849** y **H´** es de **2.0019**.

- ➢ El **estrato arbustivo** de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **17** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7148**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **2.8332** y **H´** es de **2.0252**.

- ➢ De las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **09** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.5238**. La máxima diversidad que puede alcanzar las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia en el área de estudio es de **2.1972** y **H´** es de **1.1509**.

- ➢ El **estrato herbáceo** de la vegetación de la selva baja caducifolia del área en estudio, posee una riqueza especifica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.6715**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H´** es de **1.3066**.

- El resultado señala que el **estrato arbóreo** de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **12** especies registradas

para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **58.48%**.

- El resultado señala que el **estrato arbustivo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **17** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **67.68**%.

- El resultado señala que, de las Trepadoras, epifitas y suculentas chicas de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **tres** de las **09** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **92.25%**.

- El resultado señala que el **estrato herbáceo** de la comunidad de la selva baja caducifolia presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **3** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **84.71%**.

Resumen de Indicadores de diversidad Predios sujetos a CUSTF (**Tabla VI.3**):

Indicador		Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)	Índice de Equidad de Pielou (J`)
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	12	2.0019	0.8056
	Estrato arbustivo	17	2.0252	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	1.1509	0.5238
	Estrato herbáceo	7	1.3066	0.6715

Análisis comparativo de los predios de CUSTF con la unidad de análisis cuenca en estudio, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y

poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional).

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso, cuanta menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para esté índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y la cuenca que contienen, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo, apertura de caminos para acceso para sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa. El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea en esta comunidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) como en área del Proyecto (tabla VI.4).

Tabla VI.4. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) microcuenca La Cañada y General Lázaro Cardenas (El Colorado) y a nivel predio.

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´)		Índice de equidad de Pielou (J`)	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Selva baja caducifolia	Estrato arbóreo	14	12	1.3462	2.0019	0.5101	0.8056
	Estrato arbustivo	20	17	2.0064	2.0252	0.6698	0.7148
	Trepadoras, epifitas y suculentas chicas	9	9	1.1585	1.1509	0.5273	0.5238
	Estrato herbáceo	14	7	1.8692	1.3066	0.7083	0.6715

Tabla VI.5. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de bosque de pino-encino presentes a nivel Cuenca hidrológica forestal o Sistema Ambiental Regional y del predio sujeto a CUSTF.

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
ESTRATO ARBÓREO				
1	*Acacia farnesiana* (L.) Wight et Arn.	Huizache	196	320
2	*Acacia schaffneri* (L.) Willd.	Huizache chino	88	168
3	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	1612	432
4	*Celtis caudata* Planch	Palo blanco	32	40
5	*Celtis pallida* Torr	Granjeno	152	172
6	*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.	Palo dulce	52	44
7	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate	4	0
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	116	72
9	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	28	120
10	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	156	40
11	*Schinus molle* L.	Pirul	8	0
12	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	3	32
13	*Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst.	Anacua	8	8
14	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	3	12
ESTRATO ARBUSTIVO				
1	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	4	12
2	*Brickellia veronicaefolia* (Kunth) A.Gray	Peisto	84	40
3	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	12	0
4	*Calliandra eriophylla* Benth	Viejo o carrasquilla	48	220
5	*Condalia velutina* I.M.Johnst.	Pico de pajaro	12	4
6	*Croton morifolius* Willd.	Palillo	572	852
7	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	24	48
8	*Forestiera phyllyreoides* (Benth.) Torr.	Acebuche	192	68
9	*Iresine cassiniiformis* Schauer	Pie de paloma	80	36
10	*Iresine interrupta* Benth.	Tianguis	16	12

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
11	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. Ex Roem. & Schult.) Zucc.	Coyotillo o tullidora	416	352
12	*Lantana hirta* Graham	Cinco negritos	8	552
13	*Mimosa biuncifera* Benth.	Garruño	4	168
14	*Montanoa leucantha* (Lag.) S.F.Blake	Talacao	196	20
15	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	12	28
16	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	8	28
17	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	24	0
18	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Tronador	20	0
19	*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	1	60
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	2	12
Trepadoras, epifitas y suculentas chicas				
1	*Cissus sicyoides* L.	Uva de cerro	24	4
2	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	16	4
3	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	6900	236
4	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	4548	1040
5	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	116	56
6	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tajazillo	152	96
7	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	3264	1920
8	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina* (Trel.) Gentry	Maguey	8	20
9	*Aloe vera* L.	Sabila	4	56
ESTRATO HERBÁCEO				
1	*Abutilon dugesii* S.Watson	Farolito	4000	0
2	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Pasto tres barbas	176000	206000
3	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	70000	108000
4	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist	Amor de viejo	12000	0
5	*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch.	Zacate apesto	42000	0
6	*Hybanthus attenuatus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violeta verde	6000	0
7	*Panicum fasciculatum* Sw	Zacate guinea	28000	44000
8	*Rivinia humilis* L.	Coralillo	14000	0

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA CHF	DENSIDAD INDIVIDUOS/HA PREDIOS CUSTF
9	*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.	Acahualillo	32000	24000
10	*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.	Diente de León	6000	0
11	*Tetramerium nervosum* Ness.	Olotillo	14000	0
12	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Mal de Ojo	8000	4000
13	*Crotalaria sagittalis* L.	Sonaja	200	6000
14	*Waltheria indica* L.	Tapacola	4000	10000

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en la cuenca presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Acacia farnesiana, Celtis pallida, Opuntia streptacantha, Bursera copallifera, Calliandra eriophylla, Baccharis pteronioides, Croton morifolius, Lantana hirta, Mimosa biuncifera, Aloysia gratissima, Cenchrus ciliaris, Aristida divaricata, Jaltomata procumbens* y *Crotalaria sagittalis*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos secundarios, es por esto que estas especies *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera*

phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus y *Simsia amplexicaulis*, resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en los predios sujetos a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis,* también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) con densidades relativamente bajas.

Así mismo, se identificaron especies del estrato herbáceo de gramíneas tales como: *Aristida divaricata, Cenchrus ciliaris, Eragrostis cilianensis* y *Panicum fasciculatum*, lo que nos indica el nulo pastoreo de ganado de tipo vacuno, es nulo, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) se localizó la especie *Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis,* las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a amenazada (A), esta si se presentaron en la unidad de análisis

(cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), y en el área del proyecto sujeto a CUSTF, la denominada biznaga (*Coryphantha radians (DC.) Britton & Rose*).

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, las comunidades analizadas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una equititividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en los ecosistemas de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Acacia farnesiana, Croton morifolius, Iresine interrupta, Mimosa biuncifera, Simsia amplexicaulis Lantana hirta, Aloysia gratissima, Abutilon dugesii, Hybanthus attenuatus, Waltheria indica* y *Simsia amplexicaulis*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.

- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y en el área objeto de CUSTF.

- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) presentan una composición florística variable.

- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de selva baja caducifolia y bosque de galería en el área de estudio (*Bursera fagaroides, Eysenhardtia polystachya, Prosopis laevigata, Myrtillocactus geometrizans, Ipomoea murucoides, Brickellia veronicaefolia, Forestiera phyllyreoides, Karwinskia humboldtiana, Tecoma stans, Echinocereus cinerascens, Jatropha dioica, Abutilon dugesii, Eragrostis cilianensis, Schinus molle, Ricinus communis, Cyperus hermaphroditus* y *Simsia amplexicaulis*) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y

dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos de los predios sujetos a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que lo datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

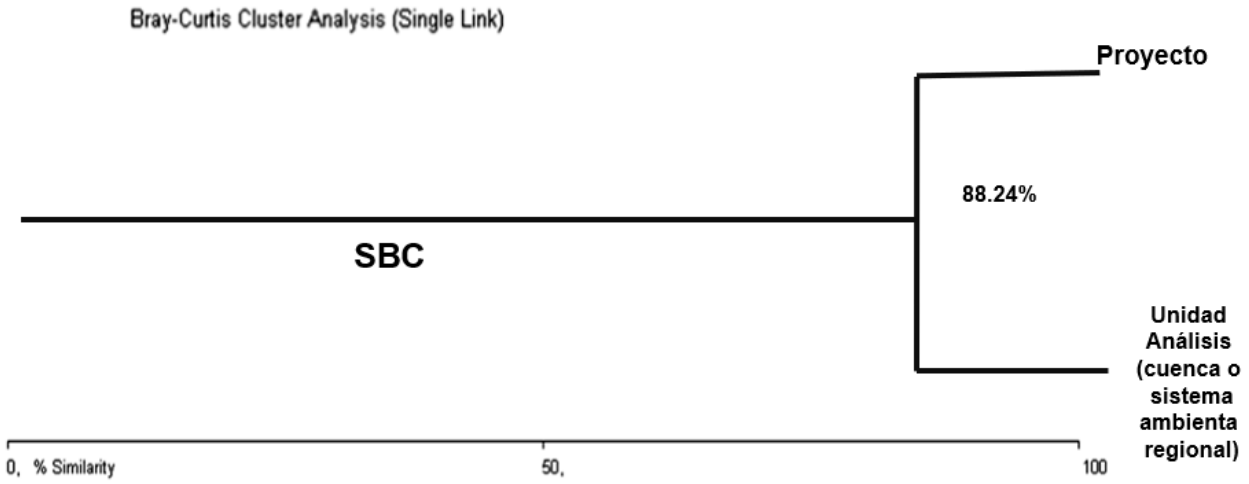
Para comparar los registros de cada especie, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada en la unidad de análisis (cuenca) y los predios se computó usando y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional)

Selva baja caducifolia (SBC):

Tabla VI.6. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de selva baja caducifolia entre el Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional). Ambas comparten un 88.24% de las especies:

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	57	45
Índice de Similitud	0.88	
% de Similitud	88.24%	



Grafica V1.1. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de selva baja caducifolia entre la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental regional) y los predios de CUSTF es de 88.24%.

Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención:

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento del Proyecto, se le dará plática sobre "CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO". El cual consistirá de una sesión de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal de manera mensual que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que se deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal.
- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica. Esto con el fin de evitar los incendios forestales en la zona, principalmente en época de sequías, aunque en la manera de lo posible se evitará el uso de fuego.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra del proyecto, se ejecutará el programa específico de protección y conservación de flora, especialmente para aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver anexo IX.3.E del DTU.
- 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.
- Se realizará el desmonte permanente a matarrasa únicamente en las zonas autorizadas para CUSTF y dentro del predio o rodales en estudio, y se realizará poda selectiva del arbolado para evitar remoción innecesaria.
- Se respetarán las especies de importancia biológica, ya que de acuerdo a la naturaleza de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio y la

superficie solicitada respecto a la superficie a utilizar es posible evitar el desmonte de algunos individuos de gran importancia biológica como los que se encuentran listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en su caso.

- Se realizará desrame, picado y dispersión del material producto del desmonte, para facilitar su integración al suelo.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- No se realizará ningún tipo de aprovechamiento o daño a especies de flora, y mucho menos a aquellas que pudieran encontrarse y que estén incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se señalará con listones, etiquetas o pintura a los individuos de estas especies, para diseñar estrategias de conservación *in situ*. Esta actividad resulta necesaria para el personal que laborará en las obras.
- Se diseñarán carteles con imágenes de estas especies y colocarlos en los sitios donde se da la afluencia del personal (donde se lleva el registro de asistencia) para que las ubiquen y hagan conciencia en su protección.
- Se vigilará que el personal que labore en la obra no colecte o extraiga ejemplares o partes de vegetación existente en la zona donde se realiza la misma.
- Se realizará supervisión periódica de manera mensual en los diferentes frentes de trabajo, para vigilar el adecuado manejo y protección de las especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2010; en caso de encontrarse.
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas y la empresa contratista deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente.

Medidas de Mitigación

- Se llevará a cabo un programa de rescate de flora silvestre (mismo que se incluye en el anexo IX.3.F del presente estudio), el cual implica el establecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizará la remoción total de la vegetación, las cuales se establecerán en las áreas del proyecto. Las especies consideradas en este programa serán características del ecosistema, lo anterior con la finalidad de conservar la diversidad y composición

florística de la región. Es importante el señalar que con base en la en la información presentada en el capítulo IV de este estudio, se determinó que todas las especies registradas se encuentran bien representada en el tipo de vegetación en los que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF. Sin embargo, por la importancia que posee la zona en donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo, en el programa de rescate de especies de flora, se presentan las especies que van a ser recatadas, propagadas y reubicadas.

- Éste programa también considera el rescate, propagación y reubicación de ejemplares de especies de importancia ecológica en la región y aquellas susceptibles a rescate.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades que impliquen la quema de ningún tipo de residuo.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones del proyecto en estudio se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo.
- Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar.
- Se realizará la conservación *in situ* de ejemplares en etapas tempranas de desarrollo de especies vegetales.
- Se tomarán medidas preventivas para evitar el proceso de degradación de suelo, protegiendo la vegetación nativa en recuperación o repoblación y la cubierta del estrato arbustivo, aledañas a la obra del proyecto.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

Factor Fauna

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental regional) **Microcuenca La Cañada y General Lazaro Cardenas.**

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del sistema ambiental regional o cuenca hidrológica forestal, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Aves: Las especies Torcacita de cola larga, Gorrión arlequín, Verdugo y Zenzontle (58.3% de frecuencia relativa cada uno) fueron las que se detectaron con mayor frecuencia en los sitios de muestreo.

Mamíferos: Para el caso de los mamíferos, hubo cuatro especies que sobresalieron ligeramente en la comunidad con una abundancia relativa acumulada de 68.8% entre el conejo del desierto, ardilla negra, zorra gris y cacomixtle norteño (15.6, 15.6, 18.8 y 18.8% respectivamente).

Reptiles y Anfibios: Solo se registró una especie: *Sceloporus torquatus*.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 52 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 40, asimismo con el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=3.13. Se registró 1 especie considerada prioritaria según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 1 especie registrada es considerada endémica de México.

Tabla VI.7. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	S	H´	H´max	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	1	-	-	-	0	1
Avifauna	40	3.13	3.69	0.85	1	0
Mastofauna	11	2.14	2.40	0.89	0	0
Total	**52**				**1**	**1**

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística del predio del proyecto.

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuos en la unidad de análisis es heterogenea.

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del predio en estudio, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Aves. La comunidad avifaunistica presentó un valor de equidad de J'=0.86, es decir, que la estructura de la comunidad de aves tiende a la homogeneidad, donde el gorrión arlequín presenta los valores más altos dentro de la comunidad con 27 registros y una frecuencia relativa del 50%.

Mamíferos: Para el caso de los mamíferos, las especies que sobresalen ligeramente en la comunidad son el la ardilla negra y el cacomixtle norteño con 3 registros cada uno y una frecuencia relativa de 33.3% por especie.

Reptiles y Anfibios. no se obtuvieron registros.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 35 especies de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 28, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=2.88. Se registró una especie considerada prioritaria según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y no se registraron especies endémicas de México.

Tabla VI.8. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.

Grupo	S	H´	H´max	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	0	-	-	-	0	0
Avifauna	28	2.88	3.33	0.86	1	0
Mastofauna	7	1.87	1.95	0.96	0	0
Total	**35**				**1**	**0**

Análisis comparativo del predio del proyecto con la unidad de análisis sistema ambiental, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una

comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local. Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en las unidades de análisis en estudio. En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanta menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 (cuando se utiliza logaritmo natural en la ecuación) que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, a pesar de que se registró una especie de fauna dentro de la categoría de protección especial considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se puede afirmar que es una zona de valor faunístico considerable dada la fragmentación de los hábitats naturales de la zona. Dado que los proyectos del tendido eléctrico afectan de manera directa e indirecta en la salud y supervivencia de la fauna, especialmente a las aves, y considerando que en este caso las fronteras "Proyecto" y "unidad de análisis sistema ambiental" no existen para la fauna, y dado que dentro de la unidad de análisis sistema ambiental además existen zonas altamente impactadas por actividades antropogénicas (cultivo, pastoreo de ganado bovino y ovino y apertura de caminos para acceso para áreas agrícolas) es importante que se ejecuten las medidas de mitigación necesarias y de manera estricta durante todas las etapas de construcción del proyecto para reducir los impactos negativos sinérgicos en la biodiversidad.

Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y el sistema ambiental, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera tendiente a la homogeneidad dentro de la unidad de análisis sistema ambiental.

Tabla VI.9. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´) e Índice de equidad de Pielou (J`).

INDICADOR	RIQUEZA		ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER (H´) Ln		ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU(J´)	
	S.A	PREDIO	S.A.	PREDIO	S.A.	PREDIO
Herpetofauna	1	0	-	-	-	-
Avifauna	40	28	3.13	2.88	0.85	0.86
Mastofauna	11	7	2.14	1.87	0.89	0.96

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis sistema ambiental presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis sistema ambiental presenta una mayor riqueza y diversidad que en el área de cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis sistema ambiental presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, la conclusión es que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad faunística, sin embargo, el análisis detallado

de los valores de abundancia, y frecuencia relativa nos proporciona la siguiente información:

Las especies presentes se encuentran tendientes a la homogeneidad y frecuente dentro de la unidad de análisis sistema ambiental y en el área objeto de CUSTF.

Todas las especies halladas en los muestreos dentro del área del proyecto también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis sistema ambiental e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los muestreos referidos anteriormente.

De acuerdo al análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis sistema ambiental como para el área del proyecto, se hacen las siguientes inferencias:

El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana, actividades antropogénicas y la cercanía de vías de comunicación principales.

Considerando que el estudio de fauna, objeto del presente proyecto, se realizó en un área forestal, se esperaba contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, del cual solamente se registró el halcón peregrino, el cual utiliza un rango hogareño bastante amplio de hasta 1500 km^2 en función de la disponibilidad de alimento. Esta característica ecológica implica una baja dependencia de áreas puntuales o continuas de hábitat, especialmente fuera de los sitios específicos de anidación. Así pues, proyecto LT se localiza en una zona forestal previamente fragmentada, donde la cobertura vegetal ha sido modificada por actividades antrópicas preexistentes (caminos, claros, usos agropecuarios o infraestructura), por lo que no representa la apertura de un nuevo frente de fragmentación, sino la inserción de infraestructura lineal en un paisaje ya alterado.

No obstante, dada la abundante presencia de especies particularmente de mamíferos y bajo este contexto, el promovente deberá implementará estrictas acciones de carácter

preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en la unidad de análisis sistema ambiental. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Comparación de la fauna de la zona sujeta a cambio de uso de suelo con las registradas dentro de la unidad de análisis sistema ambiental.

Tabla VI.10. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis sistema ambiental.

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Ammodramus savannarum	9	6.0	4	33.3	1.00	10	3.0	4	33.3	0.57
Bubulcus ibis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Buteo jamaicensis	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.08
Camptostoma imberbe	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Campylorhynchus brunneicapillus	4	2.6	3	25.0	0.44	5	1.5	3	25.0	0.29
Caracara plancus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Cathartes aura	2	1.3	2	16.7	0.22	1	0.3	1	8.3	0.06
Catherpes mexicanus	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Chondestes grammacus	27	17.9	6	50.0	3.00	29	8.7	7	58.3	1.66
Columbina inca	11	7.3	6	50.0	1.22	19	5.7	7	58.3	1.09
Crotophaga sulcirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	6	1.8	4	33.3	0.34
Cynathus latirostris	2	1.3	1	8.3	0.22	9	2.7	7	58.3	0.51
Falco peregrinus	1	0.7	1	8.3	0.11	1	0.3	1	8.3	0.06
Falco sparverius	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Haemarhous mexicanus	12	7.9	4	33.3	1.33	18	5.4	6	50.0	1.03
Icterus cucullatus	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Icterus pustulatus	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Lanius ludovicianus	5	3.3	4	33.3	0.56	9	2.7	7	58.3	0.51
Melanerpes aurifrons	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Melospiza lincolnii	2	1.3	2	16.7	0.22	7	2.1	4	33.3	0.40
Mimus polyglottos	6	4.0	4	33.3	0.67	10	3.0	7	58.3	0.57
Molothrus aeneus	3	2.0	1	8.3	0.33	23	6.9	2	16.7	1.31
Molothrus ater	2	1.3	1	8.3	0.22	32	9.6	1	8.3	1.83
Passer domesticus	11	7.3	4	33.3	1.22	9	2.7	2	16.7	0.51

ESPECIE/AVIFAUNA	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel (%)	Frecuencia	frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Passerina caerulea	1	0.7	1	8.3	0.11	3	0.9	2	16.7	0.17
Phainopepla nitens	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Polioptila caerulea	6	4.0	5	41.7	0.67	6	1.8	4	33.3	0.34
Pyrocephalus rubinus	6	4.0	5	41.7	0.67	8	2.4	5	41.7	0.46
Quiscalus mexicanus	0	0	0	0	0	2	0.6	1	8.3	0.11
Sayornis nigricans	0	0	0	0	0	1	0.3	1	8.3	0.06
Setophaga coronata	0	0	0	0	0	5	1.5	1	8.3	0.29
Spinus psaltria	6	4.0	3	25.0	0.67	10	3.0	6	50.0	0.57
Spizella passerina	11	7.3	3	25.0	1.22	8	2.4	4	33.3	0.46
Sporophila torqueola	0	0	0	0	0	7	2.1	4	33.3	0.40
Toxostoma curvirostre	3	2.0	3	25.0	0.33	6	1.8	5	41.7	0.34
Troglodytes aedon	0	0	0	0	0	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus crassirostris	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Tyrannus vociferans	1	0.7	1	8.3	0.11	2	0.6	2	16.7	0.11
Xanthocephalus xanthocephalus	0	0	0	0	0	50	14.9	1	8.3	2.86
Zenaida macroura	14	9.3	7	58.3	1.56	21	6.3	6	50.0	1.20

ESPECIE/MAMIFEROS	AREA CUSTF					SISTEMA AMBIENTAL				
	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha	Abundancia	Ab rel %	Frecuencia	Frec rel (%)	Densidad Ind/ha
Bassariscus astutus	3	21.4	3	33.3	0.8	6	18.8	4	33.3	1.3
Didelphis virginiana	2	14.3	2	22.2	0.6	3	9.4	3	25.0	0.6
Lepus callotis	0	0	0	0	0	2	6.3	2	16.7	0.4
Liomys irroratus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Mephitis macroura	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Mus musculus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Peromyscus maniculatus	0	0	0	0	0	1	3.1	1	8.3	0.2
Sciurus aureogaster	3	21.4	3	33.3	0.8	5	15.6	4	33.3	1.0
Spilogale angustifrons	1	7.1	1	11.1	0.3	1	3.1	1	8.3	0.2
Sylvilagus audubonii	2	14.3	2	22.2	0.6	5	15.6	4	33.3	1.0
Urocyon cinereoargenteus	2	14.3	2	22.2	0.6	6	18.8	6	50.0	1.3

Para comparar los registros de cada grupo de las especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada entre en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y los predios, se computó usando el coeficiente de similitud de BrayCurtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

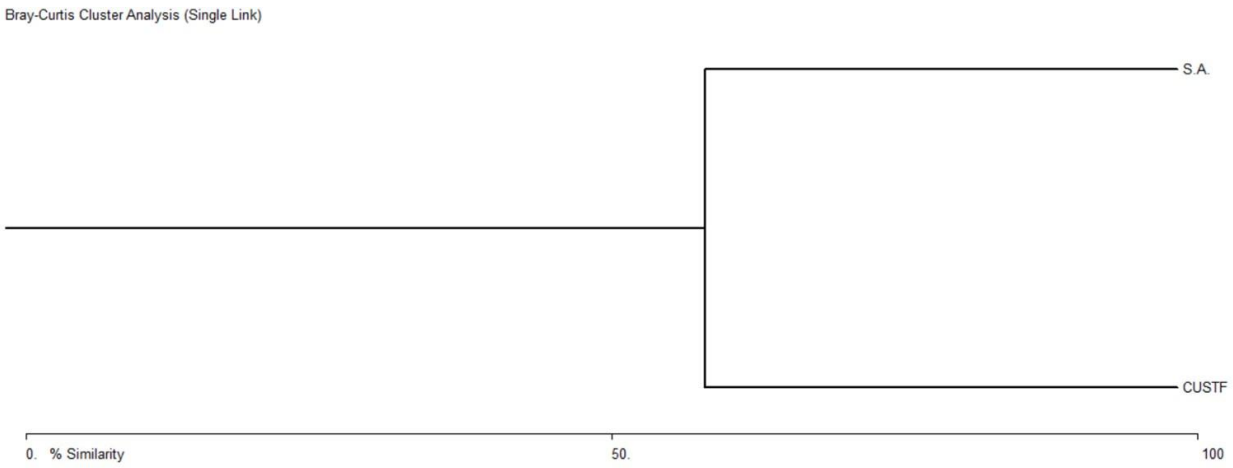
HERPETOFAUNA

No se realizó este análisis para este grupo por la ausencia de registros en campo

AVES

Tabla VI.11. Los resultados del análisis de similitud entre las especies de aves entre los predios de CUSTF del Proyecto y en la unidad de análisis Sistema ambiental.

	Número de especies de aves registradas en el sistema ambiental	Número de especies de aves registrados en Proyecto (predio sujeto a CUSTF)
Especies	40	28
Índice de Similitud	0.59	
% de Similitud	59.67%	

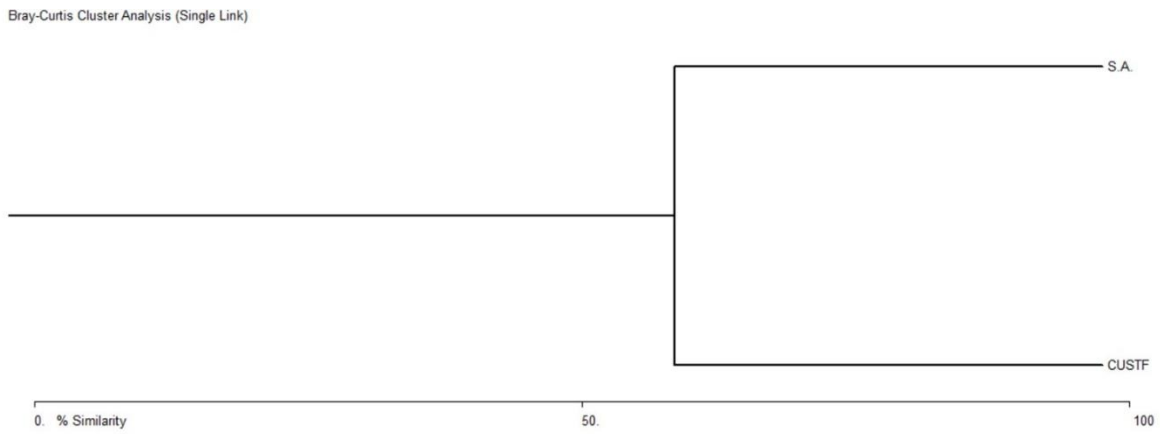


Grafica VI.2. Dendrograma entre las especies de aves del sistema ambiental y el área del proyecto. La similitud entre la composición de las comunidades de aves de ambos es del 59.67%.

MAMÍFEROS

Tabla VI.12. Los resultados del análisis de similitud entre las especies de mamíferos entre el predio de CUSTF del Proyecto y en la unidad de análisis sistema ambiental.

	Número de especies de mamíferos registrados en los muestreos del sistema ambiental	Número de especies de mamíferos registrados en Proyecto (predio sujeto a CUSTF)
Especies	11	7
Índice de Similitud	0.60	
% de Similitud	60.86%	



Grafica VI.3. Dendrograma entre las especies de mamíferos del sistema ambiental y los predios sujetos a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de mamíferos de ambos es de 60.86%.

Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales todo el personal en general recibirá una plática de inducción relacionada con la importancia de la protección y conservación de la biodiversidad.
- Se realizará una plática a todo el personal en el que se explicarán las particularidades de las especies que se hallan protegidas bajo la normatividad vigente que rigen el uso y manejo de las misma (NOM-059-SEMARNAT-2010). Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas.
- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento de la obra en estudio, se le dará una plática de capacitación sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE”.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador

(supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal.

- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego.
- Se llevará a cabo una plática sobre el cuidado de fauna silvestre, donde se mostrará la forma de rescate de los 4 grupos faunísticos a todos los trabajadores en las actividades de cambio de uso de suelo. Como una estrategia de apoyo en la conservación de la biodiversidad.
- Previo a las actividades de desmonte y despalme del predio o rodales del proyecto motivo del presente estudio se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que los ocupen.
- Se establecerán reglas internas y supervisión al personal para evitar cualquier afectación a la fauna silvestre.
- Se realizará ahuyentamiento de las especies faunísticas, previo a la remoción de la vegetación en el área solicitada para cambio de uso de suelo por medio de recorridos, en los cuales se utilizarán sirenas o matracas.
- Durante la construcción se deberán colocar barreras en las cepas que se abran y no deben quedar abiertas al término de cada jornada, o en su defecto, se deberán circular con alambre o cualquier otro material para evitar accidentes tanto de personas, como de fauna silvestre y doméstica.
- En las cepas además de colocar las barreras también se colocará un tronco o rama dentro de la cepa para que en caso de caer algún roedor pequeño, reptil o anfibio se le facilite su escape de este lugar.
- En caso de que se encuentren organismos vivos en las cepas, se deberá proceder a su rescate y chequeo por parte de personal especializado en fauna silvestre esto para descartar cualquier daño que se hubiera podido ocasionar a la hora de caer para posteriormente realizar la liberación de dicho individuo.
- Si cuando se realice la apertura de cepas se encuentran especies de lento desplazamiento, se implementará el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.
- Para no afectar al hábitat de fauna silvestre contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles o arbustos hacia el centro de los predios o rodales sujetos a CUSTF del proyecto.
- Realizar las labores de ejecución del CUSTF de preferencia en horarios diurnos.

- Evitar los ruidos innecesarios generados por silbatos, bocinas, sirenas, pitos, motores encendidos, etc., a fin de anular en la medida de lo posible el estrés a fauna que se encuentre en zonas cercanas a aquella sujeta a cambio de uso de suelo.
- Instalar y mantener en perfectas condiciones los silenciadores de los equipos a motor (vehículos, equipos y maquinarias).
- No se establecerán campamentos dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de no desplazar a las especies faunísticas.
- Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares que para la emisión de ruido fija el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- La maquinaria, equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso constructivo se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre, así como un programa de rescate de fauna silvestre, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegará a transitar por el proyecto de la obra en estudio y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.

Medidas de Mitigación:

- Dentro del predio del área sujeta a cambio de uso de suelo, así como en la unidad de análisis sistema ambiental se encontró una especie de fauna en categoría de protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que las mismas, serán ahuyentadas y/o rescatadas y reubicadas; tal como se

establece en el Programa de Protección y Conservación de Fauna silvestre en el que se contempla el rescate de todas las especies que se llegasen a encontrar durante la ejecución del CUSTF.

- Para las especies de fauna de talla menor que no están catalogadas en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se reportaron en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicara el programa de rescate y de protección y conservación.
- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen durante el proceso de construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio para su disposición final.
- Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre de la zona del proyecto de la obra en estudio, colocando dichas especies a los costados del proyecto, la cual servirá como refugio y hogar a la fauna silvestre de la zona.
- El desmonte o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
- Se comunicará a todos los trabajadores de la obra que el área donde realicen sus alimentos deberá permanecer libre de residuos, debido a la posible generación y proliferación de fauna nociva y dispersión de estos.
- Se supervisará que el personal de la construcción de la obra en estudio y de los que realicen el CUSTF no cometan actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre y extracción de especies de fauna. Al respecto se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, para lo cual se deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de CUSTF de la obra.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región.

De acuerdo con la información vertida anteriormente, se afirma que la diversidad faunística hallada en la en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, no se ve comprometida en ningún momento, si consideramos que tanto la riqueza específica como la abundancia de los cuatro grupos faunísticos se encuentran completamente representados a nivel de unidad de análisis sistema ambiental. Además de considerar que se implementaran importantes medidas de mitigación de carácter preventivo y de

rescate que permitan garantizar la integridad de las especies y minimizar el impacto que podría ocasionar el establecimiento de la obra a los grupos faunísticos considerados en el presente análisis. Por lo tanto, se estaría cumpliendo con la excepcionalidad estipulada en el párrafo primero del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Derivado de la información vertida en el capítulo IV y la comparada en presente capítulo, se desprenden las medidas de prevención y mitigación acordes a las poblaciones faunísticas. En las cuales necesariamente se tiene que contemplar la composición y estructura faunística, por lo que se determinaron los siguientes puntos, concluyendo que, en efecto, no se compromete la diversidad del factor en estudio.

Los cuatro grupos faunísticos registrados en los transectos de la zona sujeta a cambio de uso del suelo, se encuentran ampliamente representados en la unidad de análisis o sistema ambiental e incluso a este nivel de análisis se cuenta adicionalmente con el grupo faunístico de los anfibios, por lo tanto, no existen especies faunísticas únicas y exclusivas del área en la que se realizará la remoción de la vegetación, por lo que concluimos que en ningún momento se compromete la riqueza especifica.

Además de lo ya mencionado anteriormente, el índice de diversidad de cada grupo faunístico, a nivel de la unidad de análisis o sistema ambiental siempre fue superior que el hallado a nivel de la zona sujeta a cambio de uso de suelo, demostrando que, en efecto, existe una mayor diversidad faunística en estas unidades de análisis.

Asimismo, se consideró que el tamaño de la superficie no influye en la fragmentación de la vegetación dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental, para lo que tampoco afectaría el desplazamiento de la fauna silvestre a áreas adyacentes. Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 93, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedada técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad).

De esta manera se demuestra que el proyecto considera el no poner en riesgo el medio ambiente. Como resultado a revisiones y recorridos del área de estudio se determinó la

vía más factible para realizar la obra y por consiguiente, la menor afectación posible a los recursos naturales, tanto de flora como fauna. La obra y de los predios de CUSTF en estudio donde se pretende llevar a cabo el presente proyecto no presenta problemas de tipo normativos dado a que no está dentro de ningún tipo de área natural protegida y no se afectan a ninguna ANP, las áreas de importancia ecológica regionalizadas por la CONABIO (2010) que lleva a cabo con el fin de que sean consideradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas como nuevas ANPs y sean incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), se han clasificado como:

Regiones terrestres prioritarias (RTP), Regiones marinas prioritarias (RMP), Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAs).

En la región donde se pretende realizar el proyecto, No se identifica dentro de ninguna área antes señalada.

La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aún y con la aplicación de medidas preventivas.

Las acciones que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean superiores a los límites establecidos en la normatividad ambiental mexicana, deberán desarrollarse en estricto horario diurno. Para evitar modificaciones a la topografía e hidrodinámica de la zona, el suelo sobrante producto de la excavación se esparcirá en el área del predio de la obra. Se deberán considerar procedimientos de saneamiento de suelos afectados, para el caso de que accidentalmente los residuos en general se viertan o diseminen tanto en las áreas del proyecto. Sin embargo, pese a que nuestra área solicitada para cambio de uso de suelo no pone en riesgo tanto la riqueza y estructura faunística, ni florística, según la información recabada en campo y manifestada en el capítulo VII y mediante una comparación en el presente capítulo, se proponen medidas de prevención y mitigación con el firme propósito de no comprometer la biodiversidad según lo establecido en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS.

VI.1.2. DEMUESTRE QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO GENERA LA EROSIÓN DEL SUELO)

VI.1.2.1. Análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal;

La vegetación forestal protege al suelo de los efectos de la erosión contribuyendo al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento de la capacidad productiva del suelo. Este servicio ambiental se verá perjudicado con la realización del proyecto, pues el cambio de uso se contempla la remoción total de la vegetación se toma como escenario hipotético para poder estimar la magnitud de la modificación a este servicio.

A continuación, se presentan los datos de erosión actual y los de erosión sin vegetación o potencial, esto con el fin de dimensionar el impacto en este servicio ambiental una vez que se realiza el cambio de uso de suelo en la zona. El componente ambiental suelo a lo largo de la obra del proyecto en estudio perderá su cobertura en el estrato arbustivo y arbóreo; sin embargo, dadas las condiciones del área en que se ejecutará el proyecto, a mediano plazo con la presencia de lluvias será posible contar con vegetación de tipo rastrera como hierbas y pastos; se ejecutarán las obras de conservación de suelos, con lo que se estarán minimizando los daños generados al suelo, y por tanto se estará evitando el poner en riesgo este servicio ambiental.

Para demostrar que el servicio ambiental tiene un grado de afectación nulo o en su caso mínimo, se estimó la cantidad de suelo que se pierde en tres momentos (sin proyecto, con proyecto y con la implementación de las obras de conservación de suelo). Para el área sujeta a CUSTF de acuerdo a la metodología y cálculos explicados en apartados anteriores de este capítulo IV del presente estudio (DTU) se presenta los resultados obtenidos:

EROSIÓN HÍDRICA:

Pérdida del suelo hídrica del área de CUSTF escenario 1

De acuerdo a la cartografía temática del INEGI (carta de Edafología) el suelo dominante en el ecosistema afectado de vegetación de selva baja caducifolia es la **vertisol pelico** (Vp), por lo que considerando el rango de valores para esta variable para el área del o de los predio (s) sujeto (s) a CUSTF es: **4.9302 ha.**

Con base en los valores que se presentan, se obtiene el volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y de acuerdo con el tipo de vegetación.

La erosión actual indica una pérdida de suelo de **5.810 ton/año** en la superficie del predio sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.0581 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Tabla VI.14. Resumen de la erosión hídrica actual

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín Entronque	Selva baja caducifolia (SBC	1652.320	0.026	0.762	0.036	1.00	1.18	4.9302	5.810

Pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF (escenario 2)

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de **4.9302 ha** para la obra en estudio, por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente**.**

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VI.15. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Polígono	Tipo de vegetación	R	K	LS	C	P	Pérdida de suelo (A)	Superficie CUSTF (ha)	Erosión (ton/año)
LT Conín entronque	Selva baja caducifolia	1652.32	0.026	0.762	1.00	1.00	32.736	4.9302	161.394

La erosión SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN nos indica una pérdida de suelo de **161.394 ton/año** en la superficie de los predios sujetos a CUSTF, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 1.61394 mm; si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. Lo que representa un incremento de pérdida de suelo de **155.584** ton/año, dicho suelo se recuperará con la implementación de medidas de mitigación.

Comparativa de Escenarios

A continuación, se presenta el resumen obtenido de la estimación de erosión bajo las condiciones (actual y durante) en la superficie solicitada para CUSTF (4.9302 hectáreas).

NÚMERO	PROPIETARIO	MUNICIPIO	POLIGONOS CORRESPONDIENTES DE CUSTF	CUSTF (Has)	Con cubierta vegetal Escenario 1	Sin cubierta vegetal Escenario E2
					Erosión Hídrica (ton/año)	Erosión Hídrica (ton/año)
1	Varios	El Marqués	11	4.9302	5.810	161.394
A COMPENSAR						**155.584**

Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica se registra actualmente para la selva baja caducifolia es de **5.810 ton/año**, así mismo, con el nuevo uso las cantidades de erosión cambian a **161.394 ton/año**, respectivamente, lo que implica un incremento de **155.584 ton/año**.

C) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con la obra construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del o los predios en estudio (sin proyecto = **5.810 ton/año**) en los predios y posterior al CUSTF (con proyecto = **161.394 ton/año**), se aprecia una diferencia de **155.584** ton/año, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas. En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla VI.16. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Selva baja caducifolia (SBC)	4.9302	5.810	161.394	155.584
Total	**4.9302**	**5.810**	**161.394**	**155.584**

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **155.584** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobe todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto puntual a largo plazo, en la cual se abrirá una franja de vegetación paulatinamente durante toda la vida útil del proyecto y alrededor del mismo que servirá como barreras corta viento (árboles y arbustos), reduciendo así la erosión hídrica.

Tabla V1.17. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas de vegetación	Volumen Ton/total de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Selva baja caducifolia (SBC)	155.584	13	12.0	156.00
Total	**155.584**	**13**		**156.00**

En donde se plantea la construcción de **13 fajitas o cordones** de vegetación muerta a curva de nivel o en su caso de piedra acomodada, con una longitud de 20.0 m x 1.0 m de alto y 1.5 m largo cada una y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presentes a un costado del área del CUSTF del proyecto (zona de amortiguamiento), por lo que estos representarán una capacidad de retención de **156.00 ton/año**, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar **0.416** ton/año, (**155.584** ton/año que se incrementara con el CUSTF – **156.00** ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

EROSIÓN EÓLICA

1. Escenario actual 1 (antes de la remoción de la vegetación).

La superficie sujeta a CUSTF presenta vegetación de selva baja caducifolia de acuerdo a la clasificación que se determinó durante los muestreos de campo; actualmente en el predio del proyecto sujeto a CUSTF ocurre una pérdida de suelo por acción del viento (erosión eólica) a una tasa de **8.360 ton/ha/año** por ha por lo que la erosión eólica real en el área sujeta a CUSTF es de **41.215 ton/año** del área de CUSTF total.

Tabla V1.18. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación forestal.

							Con cubierta vegetal E1	Con cubierta vegetal E1 (CUSTF)
Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)	Rugosidad (K)	C	L	Tipo de vegetación	Con V	Sin V	Erosión eólica (t/ha/año)	Erosión eólica (ton/año)
193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	8.360	41.215

2. Escenario 2 con proyecto y sin medidas de mitigación.

En este escenario se considera la remoción de la vegetación por la superficie de CUSTF que corresponde al proyecto en estudio. De acuerdo a los resultados de la estimación de pérdida de suelo en este escenario, la erosión eólica resultó ser de **1.095 ton/año** por ha en el área total propuesta a CUSTF; lo que representa un incremento de dicha pérdida de suelo de **1.095 ton/año** del área de CUSTF total, con relación a lo que ocurre en el escenario actual, dicho suelo se recupera con la implementación de medidas de mitigación para mayor referencia de cada uno de los pasos Ver Anexo Calculo Erosión Eólica.

Tabla VI.19. Resultados de la pérdida de suelo por erosión eólica con vegetación

								Sin cubierta vegetal E2	Sin cubierta vegetal E2 (CUSTF)
Textura	Índice de erodabilidad (I)(t/ha/año)	Rugosidad (K)	C	L	Tipo de vegetación	Con V	Sin V	Erosión eólica (t/ha/año)	Erosión eólica (ton/año)
Fina	193	0.026	13.664	0.762	Selva baja caducifolia	0.16	0.40	20.899	103.038

Con relación a los resultados presentados en la erosión eólica por el tipo de vegetación que corresponde al CUSTF y en sus diferentes escenarios con vegetación (Escenario 1) y sin vegetación (Escenario 2).

			Con cubierta vegetal (SIN CUSTF) E1	Sin cubierta vegetal (CUSTF) E2
Polígono (F)	**CUSTF (Has)**	**Tipo de vegetación**	**Erosión eólica (ton/año)**	**Erosión eólica (ton/año)**
Varios	4.9302	Selva baja caducifolia	41.215	103.038
A MITIGAR				**61.823**

La evaluación referente a la estimación de la erosión eólica dentro de la superficie solicitada para el CUSTF, se realizó considerando la diferencia entre la superficie con cubierta vegetal E1 (situación actual) y sin cobertura vegetal E2 (durante el CUSTF), el resultado es el incremento de la erosión eólica (**61.823 ton/año**) que se esperaría si se produjera la remoción de la toda vegetación forestal y se dejara el suelo expuesto sin ningún tipo de recubrimiento, cabe hacer mención que la promovente realizará actividades para compensar la diferencia por el incremento de la erosión.

Por último, y contemplando los dos tipos de erosión (hídrica y eólica), la cantidad de suelo que el promovente mitigará es de **217.407 ton/año**, resultado de sumar los **155.584 ton/año** que se comprometen por la erosión hídrica y **61.823 ton/año** de la erosión eólica.

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del predio en estudio (sin proyecto = **41.215 ton/año**) en el predio y posterior al CUSTF (con proyecto = **103.038 ton/año**), se aprecia una diferencia de **61.823** ton/año, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla VI.20. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte o construcción del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Selva baja caducifolia	4.9302	41.215	103.038	61.823
Total	**4.9302**	**41.215**	**103.038**	**61.823**

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **61.823** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobe todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto lineal, en la cual se abrirá solo una franja de vegetación y se respetara la cubierta de sotobosque alrededor del mismo que sirven como barreras corta viento, evitando así la erosión eólica.

Tabla VI.21. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas o cordones de vegetación muerta	Volumen Ton/total/año de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Selva baja caducifolia	61.823	5.5	12.0	66.00
Total	**61.823**	**5.5**		**66.0**

En donde se plantea la construcción de 5.5 fajitas o cordones de vegetación muerta a curva de nivel, con una longitud de 20.0 cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presente y donde se efectuará el CUSTF y en el espacio que comprende el proyecto, por lo que estos representarán una

capacidad de retención de **66.0 ton/año**, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar **4.177** ton/año. (**61.823** ton/año que se incrementara con el CUSTF – **66.0** ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalme y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a que **demuestre que la erosión de los suelos se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal**, específicamente la erosión.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente en su área de influencia, dando así atención plena al supuesto de excepción a que se refiere el artículo 93 de la LGDFS en cuanto a que **demuestre que la erosión de los suelos se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal**.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Tomando en cuenta la información presentada anteriormente, el ecosistema sufre una alteración en cuanto a la cantidad de suelo erosionado o removido de la zona. Esta alteración es negativa, pues al realizar la eliminación de la vegetación el suelo queda expuesto a los efectos de la lluvia lo que hace que se aumente el desprendimiento de las partículas y haya la pérdida de suelo. Por esto es que este servicio tendrá un impacto negativo, sin embargo, con las medidas de mitigación propuestas no solo dejará la zona en estado original, sino que se reducirá el grado de erosión de la zona.

Las causas principales que originan la erosión hídrica y eólica, según datos en esta Entidad que se pierden anualmente entre cientos de hectáreas de vegetación forestal.

Las causas más evidentes de esta pérdida son: desmontes para el cambio de uso del suelo, que se realizan principalmente para ampliar la frontera agrícola o la superficie de pastoreo y para ampliar las zonas urbanas y la construcción de infraestructura de comunicaciones, servicios, etc., y el pastoreo sin control en áreas forestales, que es realizado principalmente en las zonas semi-áridas-tropicales, por campesinos de estas regiones y que obedece a la tradición de libre pastoreo en las “áreas comunes”, sin respeto de los límites de propiedad; esta actividad pastoril se caracteriza por sus bajos niveles tecnológicos y su falta de control respecto del número de cabezas de ganado, lo que ocasiona que se rebase la capacidad de carga de los agostaderos. Los daños que provoca el pastoreo sin control, afectan directa e indirectamente la capacidad de regeneración de la vegetación forestal, afectando a la vegetación misma y al suelo subyacente. La coexistencia de las actividades pecuarias y el matorral es técnicamente factible, siempre que se den las prácticas ganaderas con apego a las normas técnicas y de conservación forestal, o por el contrario el pastoreo seguirá siendo una fuente de externalidades negativas para los recursos forestales.

Medidas de prevención y mitigación:

Medidas de Prevención:

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y construcción de la obra en estudio se le dará una plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal (anexo IX.3.D del DTU).

- Con la finalidad de evitar posibles incendios forestales que provoquen la pérdida de cobertura forestal y propicien una erosión paulatina en la zona o áreas aledañas. Se impartirá un curso de capacitación sobre uso y manejo de fuego a todos los trabajadores, con duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se realizará una plática de concienciación para el manejo y disposición de residuos en caso de algún derrame, estos talleres se impartirán cada mes a todo el personal.
- Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos.
- Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras vías, a fin de reducir en lo posible los impactos en la zona que esto conlleva.
- Se deberá transitar por los caminos existentes cercanos al proyecto.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.
- El derribo de la vegetación se realizará de forma paulatina y dirigida hacia las zonas ya derribadas para evitar dañar vegetación que posiblemente no tenga que ser removida.
- En la primera etapa del desmonte se utilizarán medios mecánicos (machetes, hachas y motosierras).
- Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo

de residuos se deberá depositar a los costados del predio, en forma perpendicular al drenaje superficial (anexo IX.3.H del DTU).

- En la construcción de esta obra motivo del presente estudio se iniciarán acciones para su restablecimiento inmediatamente después de realizar el cambio de uso de suelo, asimismo, el desmonte se realizará de forma paulatina con el propósito de que el tiempo máximo permisible sin cobertura sea de 30 días.
- Sólo se realizará el desmonte a matarrasa permanente en la totalidad del predio en estudio.
- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Se construirán 18.5 fajitas o cordones con vegetación muerta para la obra en proyecto, con una longitud de 20 x 1 x 1.5 m cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una, distribuidas a lo largo de la obra del proyecto en las zonas de CUSTF, principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. En donde se tiene una retención de suelo por un periodo de tiempo de 5 años, esto con el propósito de mitigar la erosión (anexo IX.3.H del DTU).
- Pese a que con las obras de conservación de suelos se mitiga la erosión, no solo la actual, sino hasta la que se presenta en 5 años. Adicional a lo anterior, se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora de importancia ecológica (anexo IX.3.F del DTU).
- Se llevará a cabo el programa de rescate de especies de flora, propuesto en el presente estudio. El cual implica el restablecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizó la remoción total de la vegetación. La cantidad y listado de especies se especifica en el anexo IX.3.F del DTU.

- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

En el artículo 2, fracción XI del RLGDFS se especifica que la conservación de suelos es un conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad; la erosión es el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo; al respecto, es importante notar que el área del proyecto es topográficamente sobre terrenos que en su mayoría son de pendiente plana. Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **demuestre que la erosión de los suelos se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no genera la erosión del suelo).**

VI.1.3. DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA).

VI.1.3.1. Análisis comparativo de la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal.

Con la finalidad de demostrar la tercera hipótesis normativa establecida en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS, referente a que con el cambio de uso de suelo no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en la captación, se recurrió a revisar y utilizar diversas metodologías que permitieran realizar un balance hídrico. El cual se basa en las entradas y salidas al sistema hídrico, estos métodos establecen como entrada de agua al sistema, la lluvia y las salidas están definidas en la evaporación y el escurrimiento. Por lo que da por hecho que la diferencia entre la evaporación y el escurrimiento en la precipitación, es igual a la infiltración que se tiene en la zona. Sin embargo, dadas las características del área sujeta a cambio de uso de suelo y en general de la zona en donde se encuentra inmerso el proyecto, se determinó lo siguiente:

Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de la obra de conservación, las variables tomaran los siguientes valores para cada tipo de vegetación, (tabla VI.22):

Tabla V1.22. Caracterización del escenario 1.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte de los predios en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.20 (bosque)	0.45

Tenemos que la precipitación, es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla VI.23. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja caducifolia	I = (0.88)*0.45*462.2 mm = **183.031 mm**	49302.00	9023804.22	9023.80

B) Infiltración con la construcción del proyecto (Escenario 2).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla VI.24. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Selva baja caducifolia	0.10 (suelo vertisol pelico (Vp) y una textura fina)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%	0.09 (Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%))	0.34

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **462.20 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación No 22070. denominada Plantel 7, para el periodo 1996-2024.

Tabla VI.25. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
Selva baja	I = (0.88)*0.34*462.2	49302.00	6817985.41	6817.99

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (l)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3	Expresado en m^3/ha/año
caducifolia	mm = **138.290 mm**			

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, notamos una disminución de:

Tabla VI.26. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (l)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m^2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m^3
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81
Total	**9023.80**	**6817.99**	**2205.81**

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación entes señalado, podemos notar que se reducirá **2205.81 m^3/año** (**9023.80 – 6817.99**) de infiltración de agua en la superficie forestal de los predios de la obra del proyecto en estudio, sujetas a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se infiltra (sin proyecto) en zona de análisis y posterior al CUSTF (con proyecto) se aprecia una diferencia de:

Tabla VI.27. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES m^3/año	INFILTRACIÓN POSTERIOR A LA EJECUCIÓN DEL CUSTF m^3/año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m^3/año
Selva baja caducifolia	9023.80	6817.99	2205.81

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**2205.81 m^3/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran **5** m^3/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1996-2024 son **133.20**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por la CONAGUA, para la estación meteorológica No 22070 denominada Plantel 7.

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **17.40** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **17.40 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **133.2 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras

de infiltración, la cual se ubicará en la estación meteorológica No 22070, denominada Plantel 7 (CONAGUA), se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

Vol = No zanjas/ha x No eventos/año x vol captado/zanjas = vol. Captación/año/ha

Vol = 6.44 x 65.9 x 5.0

Vol = 2121.98 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la LT Conín entronque = **9023.80 m³/año**, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la LT Conín entronque = **6817.99 m³/año**, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **2205.81 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **1.08 ha**, en las cuales se construirán **7.0 zanjas** bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente **35.0 m³/año por evento, que multiplicado por los 65.9 eventos al año, se logrará captar 2306.5 m³/año en las 1.08 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **2205.81 m³/año** (**9023.80 – 6817.99** m³/año), el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas. Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación a la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.
- No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal**.

VI.1.3.2. Demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)

a) Condiciones actuales

El Gobierno del Estado Querétaro menciona que la calidad del agua en la cuenca donde se ubica el proyecto No presenta problemas de contaminación y que la falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales agrava el problema, encontrándose en un nivel aceptable y requiere de tratamiento dependiendo del uso al que se destine (SEMARNAT, 2010).

Englobando en términos generales las principales actividades que causan un deterioro a la calidad del agua en el área de estudio, ésta queda bien definida en las descargas de aguas residuales municipales, en segundo lugar, la industrial preferentemente y por último las actividades agropecuarias (uso de pesticidas y fertilizantes).

b) Nivel de afectación o interacción del proyecto con agua

Por las características y naturaleza del proyecto, NO se emplearán sustancias químicas tóxicas en ninguna actividad que comprometa los estados físicos, químicos o biológicos que presenta actualmente el agua en el área, durante la ejecución del CUSTF de la obra del proyecto.

Sin embargó, el abastecimiento del agua cruda y potable para procesos y personal, respectivamente, serán de fuentes autorizadas; para lo cual se deberá contar con la documentación que así lo acredite, además el suministro del agua purificada (consumo humano) será a través de garrafones procedentes de comercios locales para cubrir los requerimientos de operación del Proyecto.

Uno de los principales agentes que pudieran modificar la calidad del agua superficial localizada aguas abajo del proyecto, serán los sedimentos, los que se prevén pudieran incrementarse derivado del aumento del escurrimiento superficial como consecuencia de la eliminación de la vegetación.

Por otro lado, de acuerdo con el resultado del análisis del contenido del DTU de este proyecto se concluye:

Es procedente destacar que dentro del área de estudio, durante la ejecución del proyecto no se tiene contemplada la utilización o aprovechamiento de los recursos bióticos, tal es el caso de flora y fauna; y no habrá formación de canales que pudiera modificar el régimen hidrológico o interferir en los patrones de recarga de acuíferos o balance hídrico, ya que esta obra no considera el consumo de agua proveniente de corrientes superficiales, el agua necesaria para la construcción se obtendrá de fuentes previamente autorizadas, los residuos domésticos e industriales serán tratados conforme a la normatividad aplicable, por lo que tampoco habrá contaminación del agua que se pudiera infiltrar.

Con relación a la calidad del agua, reiteramos que, dada la naturaleza de la obra, no existen cuerpos de agua cercanos al proyecto, descartando, por tanto, modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas. Asimismo, el proceso constructivo no implica el uso de sustancias químicas que pudieran alterar la calidad de este recurso.

Por su parte, la generación de residuos sólidos pudiera en su caso, ser una causa de alteración a la calidad del agua, es por ello, que en el programa de medidas se prevé acciones encaminadas al manejo adecuado de dichos residuos, buscando evitar su disposición en barrancas o cauces intermitentes. Esta medida se implementará desde el inicio, y hasta el final de la obra del proyecto. Con una periodicidad diaria, los residuos que se generen deberán levantarse de los diferentes frentes de trabajo, se concentrarán en los almacenes o campamentos y finalmente se dispondrán en los sitios que la autoridad municipal disponga para los mismos. Para la disposición final de los residuos, será necesario contar con la autorización de la autoridad municipal.

Los argumentos antes citados, permiten señalar que el desarrollo de las obras **demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)**, atendiendo así, el precepto de excepción que refiere a este concepto, el artículo 93 de la reforma de la LGDFS.

Medidas de prevención y mitigación:

Medidas de Prevención:

- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática de concienciación al personal para el manejo y disposición de residuos derivados del desmonte.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de caminos fuera de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.

- El material producto de los despalmes se colocará en sitios donde el suelo removido no sufra arrastres por agentes físicos y climáticos, para posteriormente ponerlo a disposición del municipio.
- La empresa contratista deberá llevar consigo contenedores de basura para su utilización temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente (anexo IX.3.C del DTU).
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores será colectada al final de cada jornada en bolsas de plástico y puesta a disposición de las autoridades municipales para su disposición final (anexo IX.3.C del DTU).
- La maquinaria se mantendrá en buen estado, con el fin de evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.
- El mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua.
- No se realizará el depósito, manejo de combustibles y derivados del petróleo o cualquier otro líquido calificado como contaminante dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Se prohíbe la descarga de aguas residuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que el contratista deberá de implementar un programa de colecta y manejo de las aguas residuales que impliquen las actividades de cambio de uso de suelo.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo, se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual, deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Establecimiento de 18.5 fajitas o cordones de vegetación muerta para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, y se propone la realización de 07 zanjas bordo con una longitud de 20 m cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado donde se efectuará el CUSTF, ver anexo IX.3.H del DTU.
- Realizar supervisión constante en la elaboración de las actividades encaminadas a la restauración.
- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- Se realizará desrame, picado y dispersión del arbolado para facilitar su integración al suelo para su posterior utilización como materia para las áreas adyacentes al predio.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestres, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, ver anexo IX.3.E del DTU.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible, esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que la obra del proyecto en estudio **demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)**.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se concluye que, con el desarrollo de la obra del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no se

provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. Por lo cual este servicio ambiental no se ve afectado en su calidad dentro del ecosistema, por lo cual se asume que la aplicación de medidas de protección y control vendrá a mantener en armonía el flujo y balance del recurso agua en la zona del proyecto.

Con la información antes señalada se concluye que no afectaran los cruces de los cauces, corrientes y cuerpos de agua de carácter permanente ya que no existen en el área del proyecto. Del mismo modo, se manifiesta que la obra del proyecto no contribuye en la disminución del agua en calidad y cantidad, debido a que la capacidad del proyecto para la captación de agua de lluvia no se verá modificada, considerando la característica del suelo. Con respecto a la calidad del agua, no se verá afectada.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se estima que se encuentra acreditada la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo de la obra del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA).**

VI.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Que el nuevo uso es más productivo a largo plazo, tomando como base el uso actual, incluyendo la derrama económica y social por la venta de productos o servicios hacia los beneficiarios o involucrados directos en el proyecto;

El presente análisis se desarrolla con base en lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, Sección II, Numeral 2, Fracciones III y IV, relacionado con **Otros Programas de Inversión y Estudios de Preinversión**, que de conformidad con las Reformas a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el procedimiento previsto en el Artículo 34 de dicho ordenamiento legal a efecto de programar los recursos destinados a programas y proyectos de inversión; así mismo, deberán justificar que los programas y proyectos de inversión que promuevan, guardan congruencia con los objetivos nacionales, estrategias y prioridades contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo, así como, en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan, y que los mismos se apegan a las disposiciones aplicables.

En tal sentido el proyecto cumple con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, presentado por La Presidencia de La República, donde la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

Tenemos ante el mundo la responsabilidad de construir una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Debemos demostrar que sin autoritarismo es posible imprimir un rumbo nacional; que la modernidad puede ser forjada desde abajo y sin excluir a nadie y que el desarrollo no tiene por qué ser contrario a la justicia social. Tales son los lineamientos en los que se enmarca el Plan Nacional de Desarrollo vigente.

La energía eléctrica se ha convertido en un elemento indispensable para prácticamente todas las actividades de la vida moderna. Por ello, su suministro con la calidad requerida y a precios competitivos, permitirá atraer mayores inversiones, contribuyendo así a la generación de empleos en la economía.

El suministro de energía eléctrica, eficaz y oportuno, es el motor que mueve a la mayoría de los trabajos de transformación, lo que se ve reflejado a su vez, en la productividad de las macros y micros empresas de la región, y en consecuencia en el fortalecimiento de la economía de los municipios demandantes de dicha energía eléctrica. El plan de desarrollo del estado de Querétaro, contempla dotar, fomentar y promover el equipo urbano en las zonas, centros y desarrollos comerciales e industriales y en las áreas donde inversionistas tanto nacionales como extranjeros han creado diversas industrias las cuales traerán, como resultado un mayor derrame económico para el estado, así como la creación de empleos, con los cuales se suministrará energía al menor costo y a largo plazo, lo cual favorecerá a los habitantes y empresas de la zona y sus alrededores, por lo tanto la CFE requiere la construcción de varias obras de infraestructura eléctrica, entre estas se encuentra la obra en estudio.

El PRODESEN contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional que reúne los elementos relevantes del Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Subestaciones Eléctricas (PIIRSE), así como los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y de las Redes Generales de Distribución (PAMRGD). Asimismo, es la base fundamental para definir los proyectos que los Transportistas y Distribuidores llevaran a cabo previa instrucción de la SENER. Los programas serán elaborados anualmente y tendrán una proyección de quince años.

Con base en la Ley del Sector Eléctrica (LSE) relacionado a la Planeación y el Control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en su artículo 14 que se refiere al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) y a los programas de ampliación y modernización para los elementos de las Redes Generales de Distribución (RGD) que no correspondan al Mercado Eléctrico Mayorista y que serán autorizados por la Secretaría de Energía (SENER) a propuesta de los Distribuidores interesados, escuchando la opinión que, en su caso, emita la CRE, dichos programas se desarrollarán bajo los siguientes principios:

I. Procurarán la operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad;
II. Incluirán los elementos de la Red Eléctrica Inteligente que reduzcan el costo total de provisión del Suministro Eléctrico o eleven la eficiencia, Confiabilidad, Calidad o seguridad del Sistema Eléctrico Nacional de forma económicamente viable;
III. Se coordinarán con los programas promovidos por el Fondo de Servicio Universal Eléctrico, y
IV. Incorporarán mecanismos para conocer la opinión de los Participantes del Mercado y de los interesados en desarrollar proyectos de infraestructura eléctrica.

Asimismo, y atendiendo artículo 5 del Capítulo II del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE) el cual indica que para la elaboración del PRODESEN se deberá considerar al menos:

I. Los pronósticos de la demanda eléctrica y los precios de los insumos primarios de la Industria Eléctrica;
II. La coordinación de los programas indicativos para la instalación y retiro de Subestaciones Eléctricas con el desarrollo de los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución;
III. La política de Confiabilidad establecida por la Secretaría;
IV. Los programas indicativos para la instalación y retiro de Subestaciones Eléctricas que prevea la infraestructura necesaria para asegurar la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional;

V. La coordinación con la planeación del programa de expansión de la red nacional de gasoductos y los mecanismos de promoción de las Energías Limpias, y
VI. El análisis costo beneficio integral de las distintas alternativas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución.

Finalmente, y en cumplimiento al artículo 9, fracciones I y II del RLIE:

I. Los programas serán elaborados anualmente y tendrán una proyección de quince años;
II. El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) o los Distribuidores, según corresponda en términos del artículo 14 de la Ley, propondrán a la Secretaría y a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) los programas dentro del mes de febrero de cada año, sin perjuicio de que podrá presentar programas especiales en otros meses a fin de adelantar el inicio de proyectos prioritarios.

Con fundamento en los artículos y fracciones referidas, la Empresa Productiva Subsidiaria (EPS) de Distribución de la CFE, presenta su Programa de Ampliación y Modernización (PAM) de las Redes Generales de Distribución para que se incorporen los aspectos relevantes en el PRODESEN. El programa atiende las necesidades de los procesos sustantivos de la distribución de energía eléctrica en lo referente a infraestructura eléctrica.

Asimismo, se degradará la calidad del suministro de energía eléctrica, tanto en estado normal de operación como bajo contingencias, dando como resultado una operación poco confiable con una baja flexibilidad operativa. En caso de que CFE no cuente con los recursos necesarios para realizar obras provisionales, realizará cortes de carga en los períodos que sea necesario para salvaguardar la integridad del sistema y no podrá atender nuevos usuarios. Esto representaría un freno a la economía de las regiones donde se ubicarían las obras, una reducción en los ingresos de CFE por ventas de energía, restricciones en el sistema, baja confiabilidad y un incremento en el costo de explotación. Los beneficios, como son: empleo, bienestar y satisfacción de los servicios que proporciona el proyecto en su área de influencia, la electrificación de nuestro país es uno de los retos que el gobierno federal ha emprendido, por ello la Comisión Federal

de Electricidad trata de satisfacer más eficiente y oportunamente la demanda de energía eléctrica en todas las regiones del país a través de líneas de alta tensión y subestaciones eléctricas.

Para poder llevar a cabo una correcta identificación de los factores sociales y económicos, que puedan catalogarse como beneficiosos en la construcción de un proyecto de infraestructura, la estrategia óptima es no separar estos rubros dado que es precisamente la derrama económica del proyecto la que aporta más elementos para su relevancia social. Ahora bien; por principio debemos considerar que un proyecto de infraestructura no es un ente aislado cuya influencia se circunscribe a un solo espacio y a un solo periodo de tiempo, si bien es cierto, gran parte de la influencia del proyecto se genera a partir del proceso de construcción, también existen procesos previos y posteriores donde consecuentemente también se genera una influencia, así el análisis social y económico del caso concreto del proyecto en estudio, no es la excepción de este planteamiento. Se Identifican y señalan los beneficios sociales del proyecto que se darán en el ámbito local, regional o nacional. Con la finalidad de tener elementos de evaluación que justifiquen la implementación de este, además, se indican las consecuencias si éste no fuera llevado a cabo.

Objetivo del Proyecto

- Satisfacer la demanda incremental del área en estudio, así mismo, mejorar el índice de pérdidas técnicas de energía y el porcentaje de regulación,
- Mejorar el indicador de TIU, al disminuir el número de clientes por circuito, además de la reducción de demandas en circuitos,
- Restablecer el sistema eléctrico oportunamente en caso de fallas o contingencias, así como reforzar la Red Nacional de Distribución, además como la confiabilidad del sistema.

Las condiciones sociales son favorables para el desarrollo del Proyecto. Hay conocimiento previo entre los pobladores en el área de estudio sobre el Proyecto, lo que ha generado expectativas positivas para ellos de construirse. Aunado a eso, no existen antecedentes de participación social en la región que haya presentado una actitud negativa hacia proyectos de CFE.

Por otro lado, se cuenta con apoyo de la administración municipal, sin embargo, en caso de posponer el desarrollo del Proyecto, se debe tener en cuenta que el año 2027

se llevará acabo las próximas elecciones estatales y municipales en Querétaro, proceso que pudiera demorar el desarrollo del Proyecto por el cambio de administración.

Nivel de aceptación del proyecto.

Una forma frecuente de identificar posibles situaciones sociales problemáticas que vengan a situar en riesgo el desarrollo del Proyecto es el reconocimiento o aceptación del mismo en la población circundante. Para ello, el equipo evaluador a través de técnicas de investigación como la observación, la entrevista y el sondeo tuvieron acercamientos con habitantes, población en general y autoridades para entender la forma en la que perciben del desarrollo del Proyecto. En cuanto a las autoridades se tuvo acercamiento con los lugareños cercanos al proyecto. Por lo que declararon no tener inconveniente alguno para que se realice el Proyecto. Sin embargo, señalaron que se deberá cumplir con la legalidad de los trámites administrativos necesarios relacionados con los permisos de construcción.

Los resultados señalan que la población no tiene o percibe inconvenientes por el desarrollo del Proyecto. El proyecto no afectará en nada las actividades diarias como trabajar, descansar, esparcimiento o las actividades del hogar, tampoco pone en riesgo a niños, estudiantes o personas adultas de la tercera edad. Por otro lado, la población señala que prácticamente las consecuencias son la generación de polvo y ruido, la circulación de vehículos y maquinaria y generación de residuos, sin embargo, están conscientes que difícilmente afectarán sus actividades diarias pues el Proyecto no intercepta con ninguna localidad. Finalmente, es importante destacar que, durante los trabajos previos, visitas técnicas, elaboración de estudios sociales y ambientales no se tuvo inconveniente alguno. Al contrario, distintos vecinos y comuneros proponían que el Proyecto tendrá grandes beneficios a la zona. En ese sentido, y teniendo en cuenta los resultados de entrevistas, se puede decir que el Proyecto no presenta al momento del estudio dificultades sociales para llevarse a cabo.

La información disponible también revela la existencia de un estrecho vínculo entre el producto generado por la economía municipal y el grado de desarrollo humano. Este vínculo esta generado por las políticas económicas y sociales, las cuales determinan el grado de eficiencia con el que se logra transformar el producto y los ingresos

económicos en desarrollo humano, capacidades y bienestar. Es decir, el Índice de PIB *per cápita*, da una visión aproximada de la calidad de vida de la población.

En resumen, la calidad de vida de los habitantes se encuentra en un nivel aceptable, sin embargo, es necesario el desarrollo de nuevas fuentes de ingreso que permitan a la sociedad impulsar la creación de nueva infraestructura en salud, comercio, educación y servicios que conlleven a incrementar el nivel de vida de la población al ampliar las oportunidades de empleo, acceso a servicios, aumento en los ingresos y a fomentar la inversión en la región.

La situación expuesta sugiere que el proyecto es necesario ya que al acceder a la electricidad se pueden ampliar las actividades productivas y mejorar las condiciones de salud, educación y vida cotidiana, entre otras, con lo que se contribuirá a evitar la emigración definitiva de los pobladores, y por tanto se favorecerá de forma muy importante a la preservación de la economía local y regional.

Una vez analizados todos los argumentos técnicos, económicos, sociales y ambientales, se puede concluir que el proyecto no incrementa de manera sustancial los impactos generados con anterioridad por las actividades antrópicas que se han desarrollado por décadas en la región, ***por lo que no se compromete la biodiversidad, no se provoca mayor erosión a la actual y no se disminuyen la captación ni la calidad del agua***.

Por lo cual se concluye que el aspecto social resultante de la actividad de cambio de Uso de Suelo en el predio y la construcción y operación del proyecto beneficiará directamente a la región El Marqués, Querétaro garantizando un suministro confiable de energía eléctrica con calidad y continuidad. Durante la etapa de construcción se crearán empleos temporales presentándose una derrama económica de importancia en la región, una vez en operación con el proyecto será factible atender nuevas solicitudes de servicio, motivando nuevas oportunidades de crecimiento en la economía y desarrollo de la ciudad, así como fuentes de empleo permanentes., por lo que se considera viable y justificada la **AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**



CAPÍTULO VII

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 2
VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación 2
VII.2. Descripción de las medidas específicas de los cuatro componentes que se serán mayormente afectados con el desmonte o CUSTF 23
VII.2.1 . Vegetación 23
VII.2.2. Fauna 26
VII.2.3. Suelo 30
VII.2.4. Agua 33
VII.3. PROGRAMAS AMBIENTALES PROPUESTOS 35
VII.3.1. Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre 35
VII.3.2. Programa de Manejo o rescate de flora silvestre y programa de rescate de fauna 36
VII.3.3. Programa de conservación de suelos 39
VII.3.4. Programa específico de residuos sólidos no peligrosos 40
VII.3.5. Programa de educación ambiental (pláticas) 40
VII.4. Medidas de la etapa de abandono del sitio del proyecto 46
VII.5. Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental 46
VII.5.1. Sistemas de seguridad 46
VII.6. Impactos residuales. 49
VII.7. Seguimiento y control (monitoreo) 49
VII.7.1. Indicadores para medir el cumplimiento y éxito de las medidas ambientales 50
VII.7.2. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas. 53
VII.8. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo 54
VII.8.1. Costo de las actividades de restauración 54
VII.8.1.1. Estimación del costo de las actividades de reforestación 54
VII.8.1.2. Estimación del costo de las actividades de conservación de suelo y agua 55
VII.8.1.3. Costo de las actividades de mantenimiento 57
VII.8.1.4. Costo total de las actividades de restauración 59

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

El objetivo de las medidas de mitigación del proyecto, es el de prevenir, reducir o compensar los impactos ambientales significativos adversos identificados.

En cumplimiento de la legislación en materia ambiental se deberá contribuir a obtener una mejor integración del proyecto con el ambiente, por lo que deberá considerarse que:

- Las medidas de prevención, reducción, compensación, remediación o rehabilitación son propuestas con base en los impactos significativos.

- La ejecución de las medidas propuestas puede aplicarse antes, durante y después de la obra.

- La supervisión de la acción u obra es un procedimiento de verificación para el cumplimiento de las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación son el resultado de la incorporación de las disposiciones de protección ambiental para el desarrollo del proyecto y de la consideración de las mismas establecidas en la normatividad ambiental mexicana vigente. Por lo que debe entenderse como medidas preventivas, de reducción o mitigación y de compensación lo siguiente:

Medidas de prevención. Es un conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente. Las medidas preventivas tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse debido a la realización de la o las actividades en cualquiera de las etapas en las que se divide la ejecución del proyecto. En estas se plasma las consideraciones ambientales desde el diseño del proyecto u obra y su forma de ejecución a fin de evitar o en su caso disminuir los impactos ambientales provocados. En la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos cuando llega a suponerse una remediación, por ello las medidas preventivas son el grupo más importante aquí considerado.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas. La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aun y con la aplicación de medidas preventivas. Los impactos que por lo general requieren de este tipo de medidas son aquellos que inevitablemente se generarán. Como por ejemplo durante el desmonte de la vegetación, la afectación a las cactáceas de difícil regeneración puede ser mitigable al

realizar un rescate y reubicación de éstos previo al desmonte. Cabe hacer mención que en el sitio donde se desarrollará el proyecto existe vegetación de desiertos arenosos.

Medidas de restauración. También denominadas como de rehabilitación o de corrección aunque el sentido estricto del término es un tanto diferente. Este tipo de medida tiene como propósito recuperar, rescatar o restituir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño del proyecto y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración del o los componentes o factores del medio y previamente evaluadas las condiciones reales en que queda el sitio una vez ejecutada la obra o la etapa.

Medidas de compensación. Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente, personas o sociedad en general, donde en el caso de las acciones, éstas se realicen preferentemente en el área de influencia del proyecto, por ejemplo, la restauración de una superficie igual a la desmontada permanentemente por el proyecto en otras áreas adyacentes.

Las medidas preventivas, mitigables y de compensación con el factor ambiental sobre el que se actúa, se ordenan (tabla VII.1. 1 a 23) en función de la forma de ser implementadas.

Tabla VII.1. (1) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acción	Factor afectado	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Suelo	Alteración física del suelo y procesos erosivos a causa de la obra.	Delimitar con precisión y anticipación las zonas que requieren estar libres de vegetación sin exceder el área destinada.	Humedecer el suelo en presencia de corrientes de aire que induzcan pérdida de suelo por erosión eólica. Mantener el suelo el menor tiempo posible sin cubierta de vegetación. Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder su calidad.	Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1. (2) Medidas de mitigación para prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Vegetación	Retiro de la cobertura vegetal	Capacitar al personal en actividades de desmonte con procedimientos de bajo impacto Capacitar al personal sobre el cuidado de la flora, con especial atención en las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. El hallazgo de algún ejemplar protegido por la norma deberá se comunicado a personal técnico capacitado para su manejo.	No se utilizarán sustancias químicas o quemas para el desmonte. El desmonte y despalme será manual para reducir el impacto generado y posteriormente se utilizará maquinaria. Coordinar actividades de rescate y rehabilitación para rescatar y replantar individuos. Se procederá a su cuidadosa extracción para su traslado fuera de la zona de afectación. Identificar y hacer inventario de los individuos que serán rescatados, especialmente los que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cumplir con los requerimientos para su conservación y replantación asegurando su sobrevivencia.	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1. (3) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Fauna	La distribución de la fauna local por la alteración de hábitat.	Capacitar al personal sobre la normatividad, respeto y manejo de la fauna silvestre Determinar la fauna presente en el área, identificar las áreas de anidación y territorios de refugio para protegerlos y minimizar el impacto, con énfasis en especies bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Coordinar actividades de rescate y rehabilitación del entorno para mantener individuos en zonas seguras. En el caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo, éste deberá de ser colocado cuidadosamente fuera de la zona de afectación y en su hábitat natural.	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1. (4) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Paisaje	Afectación en la calidad estético-paisajista.	Delimitar las áreas mínimas necesarias de desmonte incluyendo un procedimiento de tratamiento de los residuos vegetales.	Coordinar labores de desmonte con un tratamiento compatible de residuos orgánicos y manejo de residuos sólidos, garantizando la calidad del paisaje.	Se aplicará un esquema de manejo Y respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra.

Tabla VII.1. (5) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Sociales y económicos	Incremento de ingresos para la localidad por contrataciones temporales. Aumento en la calidad de vida del personal contratado.	La contratación de personal preferentemente será de la localidad o región. Programas de capacitación de personal. Capacitar al personal sobre la identidad regional, tradiciones y costumbres para que mantengan una relación de respeto y fortalecimiento regional.	La contratación del personal eventual será preferentemente de localidades cercanas o de la región del proyecto.	La compra de insumos, materiales y servicios de alimentación y hospedaje se realizará en la localidad para incrementar el beneficio económico.

Tabla VII.1. (6) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Preparación del sitio	Desmonte del área sujeta a CUSTF	Patrón de drenaje (escurrimiento superficial)	Cambio en el patrón de drenaje del escurrimiento superficial	Respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra y para el caso del área del proyecto,.	Se aplicará esquema de manejo de vegetación respetando la cubierta del sotobosque del derecho de vía	Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1. (7) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acción	Factor afectado	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones de zapatas	Suelo	Alteración física del suelo y procesos erosivos a causa de la obra.	Delimitar con precisión y anticipación las zonas que requieren estar libres de vegetación sin exceder el área destinada.	Humedecer el suelo en presencia de corrientes de aire que induzcan pérdida de suelo por erosión eólica. Mantener el suelo el menor tiempo posible sin cubierta de vegetación. Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder su calidad.	Se construirán Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1. (8) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones de zapatas	Fauna	Disminución en la abundancia y riqueza de la fauna local por la alteración de hábitat.	Capacitar al personal sobre la normatividad, respeto y manejo de la fauna silvestre Determinar la fauna presente en el área, identificar las áreas de anidación y territorios de refugio para protegerlos y minimizar el impacto, con énfasis en especies bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En el caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo deberá ser colocado cuidadosamente fuera de la zona de afectación y en su hábitat natural.	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1. (9) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones de zapatas	Sociales y económicos	Incremento de ingresos para la localidad por contrataciones temporales. Aumento en la calidad de vida del personal contratado.	La contratación de personal preferentemente será de la localidad o región. Programas de capacitación de personal. Capacitar al personal sobre la identidad regional, tradiciones y costumbres para que mantengan una relación de respeto y fortalecimiento regional.	La contratación del personal eventual será preferentemente de localidades cercanas o de la región del proyecto.	La compra de insumos, materiales y servicios de alimentación y hospedaje se realizará en la localidad para incrementar el beneficio económico.

Tabla VII.1. (10) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Suelo	Degradación en la estructura del suelo por la excavación y procesos erosivos inducidos.	Colocar barreras de contención de fibras naturales locales para prevenir la pérdida de suelo. Asignar sitios compatibles para el depósito temporal del suelo	Mantener el suelo el menor tiempo posible expuesto a la intemperie y restituirlo una vez concluida la cimentación.	Depositar suelos extraídos en zonas aledañas al proyecto con las mismas características y propiedades para evitar su pérdida, pudiendo utilizarlo en las actividades de reubicación.

Tabla VII.1. (11) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Paisaje	Alteración del paisaje por las excavaciones realizadas.	Delimitar la vegetación cercana para mantener la calidad natural del paisaje.	Coordinar actividades de limpieza y orden en el manejo de los suministros para la cimentación. Supervisar cuidadosamente las actividades de manejo de residuos sólidos	Realizar reubicación de flora con las especies rescatadas, realizando el desmonte únicamente el área del proyecto, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra, para mantener la calidad ambiental del entorno y minimizar el impacto.

Tabla VII.1. (12) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compasar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Paisaje	Deterioro en la calidad estético-paisajística por ingreso de materiales y maquinaria empleados para el cimbrado.	Capacitación del personal en la organización para el manejo y almacenamiento responsable de materiales en la unidad de paisaje Asignar sitios compatibles para colocar maquinaria y herramienta evitando la dispersión de maquinaria y material que afectan la calidad del paisaje.	Los materiales, maquinaria y herramienta, garantizarán la limpieza y armonía con el entorno natural.	Realizando el desmonte únicamente el área del proyecto, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra y mejorar la calidad estético-paisajística. Realizar una reubicación de flora con las especies rescatadas y con vegetación endémica para mantener la calidad ambiental del entorno y minimizar el impacto

Tabla VII.1. (13) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Sociales y económicas	Generación de empleo para la construcción del proyecto	Capacitación del personal para una correcta etapa de construcción.	El encargado de la obra supervisará el uso responsable de tiempo y recursos humanos.	No aplica

Tabla VII.1. (14) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de las obras eléctricas.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Relleno y compactado	Suelo	Alteración en características físicas de suelo por compactación	Planear las zonas de excavación para compactar lo requerido y no alterar innecesariamente el suelo.	Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder calidad. Utilizar el suelo resultante de la excavación para relleno en áreas potenciales de crecimiento vegetal.	Se utilizará el mismo material de excavación de cada cepa para el relleno y compactado y en su caso se adquirirá de bancos autorizados y el sobrante será dispersado en cada sitio.

Tabla VII.1. (15) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Todas	Aire	Contaminación por ruido ocasionado por el uso de maquinaria.	Capacitación del personal sobre el cumplimiento de la normatividad en el control de ruido. Establecimiento de jornadas con horarios compatibles diurnos.	Supervisarlas actividades de manejo de equipo y maquinaria con estricto cumplimiento a la normatividad para el control del ruido.	Revisión permanente de equipo y maquinaria para corrección de fallas.

Tabla VII.1. (16) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante la construcción del proyecto

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Armado y Montaje de Estructura	Paisaje	Deterioro en la calidad estético paisajístico por la colocación de las estructuras de soporte.	Programa de suministro de material en etapas definidas que evitar la acumulación de materiales en el frente de trabajo.	El armado y montaje de estructuras limitará a las zonas destinadas para su construcción.	No aplica

Tabla VII.1. (17) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Vestido de estructuras mayores y menores.	Paisaje	Deterioro en la calidad estético-paisajística por la colocación de letreros, herrajes y aislantes	Programa de suministro de materiales para el equipamiento y prevenir la acumulación de materiales en el frente de trabajo.	Coordinar las actividades del armado y vestido para ocupar el mínimo de tiempo y espacio.	No aplica

Tabla VII.1. (18) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Instalación de estructuras de soporte	Paisaje	Alteración en la calidad estética paisajística	Minimización de daños ambientales.	Procedimiento alternativo para minimizar impactos sobre el suelo y la flora silvestre. Programa de manejo de residuos sólidos	Realizando el desmonte únicamente el área del proyecto, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra.

Tabla VII.1. (19) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Pruebas de puesta en servicio	Paisaje	Deterioro de la calidad estético-paisajística por las estructuras mayores y menores.	Coordinar las actividades de la prueba de puesta de servicio para ocupar el menor tiempo y espacio y reducir la perturbación que puedan generar.	Se supervisará un programa de manejo de residuos sólidos que puedan generarse derivado de las actividades	No aplica

Tabla VII.1. (20) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del Proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Operación	Paisaje	Alteración en la calidad estético-paisajística de la zona por la presencia de la futura línea de transmisión (LT)	Prevenir asentamientos humanos y desarrollo de actividades productivas en el proyecto de la línea de transmisión (LT)	Elaborar un programa de inspección y vigilancia para prevenir actividades ajenas al proyecto de la línea de transmisión (LT)	Mantener el monitoreo constante de la vegetación rescatada para garantizar la calidad paisajística.

Tabla VII.1. (21) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Operación	Sociales y económicas	Generación de empleos indirectos por la extensión del servicio eléctrico.	No aplica	No aplica	No aplica

Tabla VII.1. (22) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Inspección y mantenimiento	Paisaje	Alteración en la calidad estético paisajística de la zona por la inspección y mantenimiento.	Coordinar actividades de inspección y mantenimiento para ocupar el menor tiempo y espacio para reducir la perturbación que puedan generar.	Mantener la limpieza y la calidad del paisaje durante las actividades de mantenimiento garantizando el manejo adecuado de residuos	Mantener el monitoreo constante de la vegetación de la zona para mantener la calidad del paisaje.

Tabla VII.1. (23) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Inspección y mantenimiento	Sociales y económicas	Garantizar la calidad del servicio de generación de energía eléctrica	No aplica	No aplica	No aplica

VII.2. Descripción de las medidas específicas de los cuatro componentes que se serán mayormente afectados con el desmonte o CUSTF

VII.2.1. Vegetación

VII.2.1.1. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención:

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento del Proyecto, se le dará plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO”. El cual consistirá de una sesión de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal de manera mensual que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que se deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal.
- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica. Esto con el fin de evitar los incendios forestales en la zona, principalmente en época de sequías, aunque en la manera de lo posible se evitará el uso de fuego.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra del proyecto, se ejecutará el programa específico de protección y conservación de flora, especialmente para aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver anexo IX.3.E del DTU.
- 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.

- Se realizará el desmonte permanente a matarrasa únicamente en las zonas autorizadas para CUSTF y dentro del predio o rodales en estudio, y se realizará poda selectiva del arbolado para evitar remoción innecesaria.
- Se respetarán las especies de importancia biológica, ya que de acuerdo a la naturaleza de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio y la superficie solicitada respecto a la superficie a utilizar es posible evitar el desmonte de algunos individuos de gran importancia biológica como los que se encuentran listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en su caso.
- Se realizará desrame, picado y dispersión del material producto del desmonte, para facilitar su integración al suelo.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- No se realizará ningún tipo de aprovechamiento o daño a especies de flora, y mucho menos a aquellas que pudieran encontrarse y que estén incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se señalará con listones, etiquetas o pintura a los individuos de estas especies, para diseñar estrategias de conservación *in situ*. Esta actividad resulta necesaria para el personal que laborará en las obras.
- Se diseñarán carteles con imágenes de estas especies y colocarlos en los sitios donde se da la afluencia del personal (donde se lleva el registro de asistencia) para que las ubiquen y hagan conciencia en su protección.
- Se vigilará que el personal que labore en la obra no colecte o extraiga ejemplares o partes de vegetación existente en la zona donde se realiza la misma.
- Se realizará supervisión periódica de manera mensual en los diferentes frentes de trabajo, para vigilar el adecuado manejo y protección de las especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2010; en caso de encontrarse.
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas y la empresa contratista deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente.

Medidas de Mitigación

- Se llevará a cabo un programa de rescate de flora silvestre (mismo que se incluye en el anexo IX.3.F del presente estudio), el cual implica el establecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizará la remoción total de la vegetación, las cuales se establecerán en las áreas del proyecto. Las especies consideradas en este programa serán características del ecosistema, lo anterior con la finalidad de conservar la diversidad y composición florística de la región. Es importante el señalar que con base en la en la información presentada en el capítulo IV de este estudio, se determinó que todas las especies registradas se encuentran bien representada en el tipo de vegetación en los que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF. Sin embargo, por la importancia que posee la zona en donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo, en el programa de rescate de especies de flora, se presentan las especies que van a ser recatadas, propagadas y reubicadas.
- Éste programa también considera el rescate, propagación y reubicación de ejemplares de especies de importancia ecológica en la región y aquellas susceptibles a rescate.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades que impliquen la quema de ningún tipo de residuo.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones del proyecto en estudio se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo.
- Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar.
- Se realizará la conservación *in situ* de ejemplares en etapas tempranas de desarrollo de especies vegetales.
- Se tomarán medidas preventivas para evitar el proceso de degradación de suelo, protegiendo la vegetación nativa en recuperación o repoblación y la cubierta del estrato arbustivo, aledañas a la obra del proyecto.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

VII.2.2. Fauna

VII.2.2.1. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales todo el personal en general recibirá una plática de inducción relacionada con la importancia de la protección y conservación de la biodiversidad. Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizaran para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática a todo el personal en el que se explicarán las particularidades de las especies que se hallan protegidas bajo la normatividad vigente que rigen el uso y manejo de las misma (NOM-059-SEMARNAT-2010). Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas.
- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento de la obra en estudio, se le dará una plática de capacitación sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, ver anexo IX.3.D del DTU.
- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se llevará a cabo una plática sobre el cuidado de fauna silvestre. El cual constará de 2 horas teórica y 1 hora de práctica, donde se mostrará la forma de rescate de los grupos faunísticos a todos los trabajadores en las actividades de cambio de uso de suelo. Como una estrategia de apoyo en la conservación de la biodiversidad.

- Previo a las actividades de desmonte y despalme del proyecto motivo del presente estudio se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que los ocupen, ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
- Se establecerán reglas internas y supervisión al personal para evitar cualquier afectación a la fauna silvestre.
- Se realizará ahuyentamiento de las especies faunísticas, previo a la remoción de la vegetación en el área solicitada para cambio de uso de suelo por medio de recorridos, en los cuales se utilizarán sirenas o matracas.
- Durante la construcción se deberán colocar barreras en las cepas que se abran y no deben quedar abiertas al término de cada jornada, o en su defecto, se deberán circular con alambre o cualquier otro material para evitar accidentes tanto de personas, como de fauna silvestre y doméstica.
- En las cepas además de colocar las barreras también se colocará un tronco o rama dentro de la cepa para que en caso de caer algún roedor pequeño, reptil o anfibio se le facilite su escape de este lugar.
- En caso de que se encuentren organismos vivos en las cepas, se deberá proceder a su rescate y chequeo por parte de personal especializado en fauna silvestre esto para descartar cualquier daño que se hubiera podido ocasionar a la hora de caer para posteriormente realizar la liberación de dicho individuo, ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
- Si cuando se realice la apertura de cepas se encuentran especies de lento desplazamiento, se implementará el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre presente en el capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU (Programa de rescate de fauna).
- Para no afectar al hábitat de fauna silvestre contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles o arbustos hacia el centro de los predios o rodales sujetos a CUSTF del proyecto.
- Realizar las labores de ejecución del CUSTF de preferencia en horarios diurnos.
- Evitar los ruidos innecesarios generados por silbatos, bocinas, sirenas, pitos, motores encendidos, etc., a fin de anular en la medida de lo posible el estrés a fauna que se encuentre en zonas cercanas a aquella sujeta a cambio de uso de suelo.
- Instalar y mantener en perfectas condiciones los silenciadores de los equipos a motor (vehículos, equipos y maquinarias).

- No se establecerán campamentos dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de no desplazar a las especies faunísticas.
- Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares que para la emisión de ruido fija el "Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido" (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- La maquinaria, equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso constructivo se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre (anexo IX.3.E del DTU), así como un programa de rescate de fauna silvestre ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegará a transitar por el proyecto de la obra en estudio y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.

Medidas de Mitigación:

- Dentro del proyecto del área sujeta a cambio de uso de suelo, así como en la unidad de análisis (cuenca o SAR) se encontraron especies de fauna en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que las mismas, serán rescatadas y reubicadas; tal como se establece en el Programa de Protección y Conservación de Fauna silvestre del anexo IX.3.E del DTU. En el programa de rescate de fauna ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU en el que se contempla el rescate de todas las especies que se llegasen a encontrar durante la ejecución del CUSTF.
- Para las especies de fauna de talla menor que no están catalogadas en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se reportaron en el área

sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicará el programa de rescate y de protección y conservación (Anexo VII y anexo IX.3.E y G del DTU).

- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen durante el proceso de construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio para su disposición final, ver anexo IX.3.C del DTU.
- Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre de la zona del proyecto de la obra en estudio, colocando dichas especies a los costados del proyecto, la cual servirá como refugio y hogar a la fauna silvestre de la zona, el programa se presenta como capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
- El desmonte o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
- Se comunicará a todos los trabajadores de la obra que el área donde realicen sus alimentos deberá permanecer libre de residuos, debido a la posible generación y proliferación de fauna nociva y dispersión de estos.
- Se supervisará que el personal de la construcción de la obra en estudio y de los que realicen el CUSTF no cometan actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre y extracción de especies de fauna. Al respecto se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, para lo cual se deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de CUSTF de la obra, ver anexo IX.3.I del DTU.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

VII.2.3. Suelo

VII.2.3.1. Medidas de prevención y mitigación:

Medidas de Prevención:

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y construcción de la obra en estudio se le dará una plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal (anexo IX.3.D del DTU).
- Con la finalidad de evitar posibles incendios forestales que provoquen la pérdida de cobertura forestal y propicien una erosión paulatina en la zona o áreas aledañas. Se impartirá un curso de capacitación sobre uso y manejo de fuego a todos los trabajadores, con duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se realizará una plática de concienciación para el manejo y disposición de residuos en caso de algún derrame, estos talleres se impartirán cada mes a todo el personal.
- Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos.
- Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras vías, a fin de reducir en lo posible los impactos en la zona que esto conlleva.
- Se deberá transitar por los caminos existentes cercanos al proyecto.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de

mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

- El derribo de la vegetación se realizará de forma paulatina y dirigida hacia las zonas ya derribadas para evitar dañar vegetación que posiblemente no tenga que ser removida.
- En la primera etapa del desmonte se utilizarán medios mecánicos (machetes, hachas y motosierras).
- Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo de residuos se deberá depositar a los costados del proyecto, en forma perpendicular al drenaje superficial (anexo IX.3.H del DTU).
- En la construcción de esta obra motivo del presente estudio se iniciarán acciones para su restablecimiento inmediatamente después de realizar el cambio de uso de suelo, asimismo, el desmonte se realizará de forma paulatina con el propósito de que el tiempo máximo permisible sin cobertura sea de 30 días.
- Sólo se realizará el desmonte a matarrasa permanente en la totalidad del proyecto en estudio.
- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Se construirán 18.5 fajitas o cordones con vegetación muerta para la obra en proyecto, con una longitud de 20 x 1 x 1.5 m cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una, distribuidas a lo largo de la obra del proyecto en las zonas de CUSTF, principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. En donde se tiene una retención de suelo por un periodo de tiempo de 5 años, esto con el propósito de mitigar la erosión (anexo IX.3.H del DTU).
- Pese a que con las obras de conservación de suelos se mitiga la erosión, no solo la actual, sino hasta la que se presenta en 5 años. Adicional a lo anterior, se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora de importancia ecológica (anexo IX.3.F del DTU).
- Se llevará a cabo el programa de rescate de especies de flora, propuesto en el presente estudio. El cual implica el restablecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizó la remoción total de la vegetación. La cantidad y listado de especies se especifica en el anexo IX.3.F del DTU.
- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

VII.2.4. Agua

VII.2.4.1. Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención:

- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática de concienciación al personal para el manejo y disposición de residuos derivados del desmonte.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de caminos fuera de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.
- El material producto de los despalmes se colocará en sitios donde el suelo removido no sufra arrastres por agentes físicos y climáticos, para posteriormente ponerlo a disposición del municipio.
- La empresa contratista deberá llevar consigo contenedores de basura para su utilización temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente (anexo IX.3.C del DTU).
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores será colectada al final de cada jornada en bolsas de plástico y puesta a disposición de las autoridades municipales para su disposición final (anexo IX.3.C del DTU).
- La maquinaria se mantendrá en buen estado, con el fin de evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.

- El mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua.
- No se realizará el depósito, manejo de combustibles y derivados del petróleo o cualquier otro líquido calificado como contaminante dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Se prohíbe la descarga de aguas residuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que el contratista deberá de implementar un programa de colecta y manejo de las aguas residuales que impliquen las actividades de cambio de uso de suelo.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo, se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual, deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Establecimiento de 18.5 fajitas o cordones de vegetación muerta para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, y se propone la realización de 07 zanjas bordo con una longitud de 20 m cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado donde se efectuará el CUSTF, ver anexo IX.3.H del DTU.
- Realizar supervisión constante en la elaboración de las actividades encaminadas a la restauración.
- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

- Se realizará desrame, picado y dispersión del arbolado para facilitar su integración al suelo para su posterior utilización como materia para las áreas adyacentes al proyecto.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestres, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, ver anexo IX.3.E del DTU.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible, esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

VII.3. PROGRAMAS AMBIENTALES PROPUESTOS

VII.3.1. Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre

Este programa se propone como una medida de mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna y flora silvestre, en especial para aquellas especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de las que se tuvo evidencia durante los recorridos de campo realizados a lo largo del del proyecto, especialmente de aquellas que se consideran como de mayor vulnerabilidad de afectación como consecuencia de sus hábitos y baja movilidad. El Programa se presenta en el Anexo IX.3.E del DTU.

VII.3.2. Programa de Manejo o rescate de flora silvestre y programa de rescate de fauna

- Para flora:

Este programa se propone como una medida de mitigación al impacto que podría ocurrir en la vegetación, especialmente a las especies con estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos ejemplares que por sus características morfológicas excepcionales representen un valor ecológico y/o cultural importante. Ver anexo IX.3.F del DTU.

Dicho programa atiende al menos los siguientes lineamientos:

- ❖ Listado de especies que incluirá el programa (nombres comunes y científicos).
- ❖ Técnicas de protección y conservación
- ❖ Actividades de mantenimiento propuestas.
- ❖ Calendarización de actividades.

En el siguiente listado se presentan las cantidades de las especies florísticas de la región que se encuentran en algún estatus de la Norma (NOM-059-SEMARNAT-2010), dentro del proyecto, junto con otras especies que serán protegidas, rescatadas, conservadas, etc. (**tabla VII.2.)**.

Especies forestales cactáceas, suculentas, epifitas, arbustivas y arbóreas susceptibles a rescate

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	NUM/IND/CUSTF (4.9302 ha)	NOM-059-2010	TÉCNICA DE MANEJO
1	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cholla	48	237		Rescate y esquejes
2	*Agave salmiana* B. Otto ex Salm-Dyck ssp. *crassispina (Trel.) Gentry*	Maguey	20	99		Rescate
3	*Aloe vera* L.	Sabila	56	276		Rescate
4	*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.	Pitayito	136	671		Rescate
5	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	12	59		Esquejes y rescate

No	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	NUM/IND/CUSTF (4.9302 ha)	NOM-059-2010	TÉCNICA DE MANEJO
6	*Jatropha dioica* Sessé ex Cerv.	Sangregado	430	2120		Rescate
7	*Mammillaria compressa* DC.	Biznaga	56	276		Rescate
8	*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console.	Garambullo	72	355		Esquejes y rescate
9	*Opuntia pubescens* J. C. Wendl. ex Pfeiff.	Tazajillo	96	473		Esquejes y rescate
10	*Opuntia robusta* H.L. Wendl.	Nopal robusta	20	99		Esquejes y rescate
11	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal tapón	90	444		Esquejes y rescate
13	*Coryphantha radians* (DC.) Britton & Rose	Biznagita	4	20	Amenazada	Rescate
14	*Tillandsia recurvata* (L.)	Gallito pequeño	920	4536		Rescate
15	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl	Copal	101	498		Esquejes y rescate
16	*Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copal blanco	32	158		Esquejes y rescate
17	*Parthenium incanum* Kunth.	Chamiso	28	138		Rescate
18	*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl.) Johnst	Mezquite	40	197		Semillas y rescate
19	*Baccharis pteronioides* DC.	Caratacua	12	59		Rescate
20	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex. Willd.	Engordacabra	12	59		Rescate
21	*Pluchea odorata* (L.) Cass.	Hierba del Ángel	28	138		Rescate
	TOTAL		**1177**	**10911**		

- Para Fauna:

Este programa se propone como una medida de mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna silvestre, en especial para aquellas especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como aquellos individuos de lento desplazamiento. Es importante mencionar que este

programa está dirigido a: **a**) ahuyentar la fauna que se encuentren dentro del proyecto en estudio la etapa de preparación del sitio y construcción; **b**) a detectar guaridas y refugios de fauna silvestre a fin de desplazar los individuos a lugares cercanos al sitio donde fueron encontrados, pero fuera del área del proyecto; y **c**) a evitar la captura o cacería de estas especies por el personal de la compañía de construcción; entre otras actividades. El programa se presenta en el Anexo IX.3.G del DTU. Este programa se implementará y ejecutará en forma coordinada con el Programa de Trabajo de la línea de transmisión (LT), con duración de 18 meses. Dicho programa va dirigido a todas las especies que potencialmente se reportan para la zona en estudio y principalmente para las especies registradas durante los muestreos de fauna dentro del área de influencia del predio o predios sujetos a CUSTF.

Partiendo de estos indicadores, las especies vulnerables localizadas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional), son las siguientes:

Tabla VII.3. Especies identificadas en los muestreos dentro del sistema ambiental listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Reptiles	*Sceloporus torquatus*	Endémica
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

Especies identificadas en los muestreos dentro del área del proyecto listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

Grupo faunístico	Especies	Endémica/ NOM-059
Aves	*Falco peregrinus*	Protección especial

VII.3.3. Programa de conservación de suelos

El control de cárcavas es una actividad fundamental en las primeras etapas del proyecto y es condición inherente para disminuir impactos negativos sobre el suelo. Ver anexo IX.3.H del DTU.

El flujo incontrolado de los escurrimientos pluviales superficiales genera en sus primeras etapas erosión laminar, posteriormente erosión por surcos y finalmente la formación de cárcavas.

Esta situación es particularmente importante en la superficie donde se realizará el desmonte y a un costado del derecho de vía de la línea de transmisión (LT), con énfasis en aquellas áreas donde existen fuertes pendientes.

Por consiguiente, del control de la formación de cárcavas implica acciones preventivas del efecto erosivo desde sus primeras fases. Es decir, realizar actividades que minimicen la erosión del suelo ante la escasa cobertura vegetal.

Dentro de las obras físicas de tipo preventivo, se consideran las siguientes:

Cordones o fajitas de vegetación muerta:

a) Consiste en formar cordones o fajitas a curva de nivel en el terreno con material vegetal (ramas) producto del CUSTF. La finalidad de esta actividad es disminuir la erosión eólica del suelo; (se construirá 18.5 cordones o fajitas con vegetación muerta y 7 zanjas bordo)

Las actividades de control de suelos y agua se implementarán durante la construcción de la línea de transmisión (LT), y preferentemente durante la operación y mantenimiento de la misma. Para ello, el Área de Operación y Mantenimiento de la CFE programará dentro de las actividades de mantenimiento de la línea de transmisión (LT), la ejecución de un programa de control de suelo y agua, empleando para ello mano de obra campesina y local, con el acompañamiento técnico necesario.

VII.3.4. Programa específico de residuos sólidos no peligrosos

Para mitigar los impactos derivados de la generación de residuos sólidos durante la preparación del sitio, la construcción y, posteriormente, durante la operación del proyecto, será necesario diseñar los programas correspondientes de manejo de dichos residuos en todas las etapas del proceso, (la recolección, transporte y disposición final).

La meta y objetivos de este programa son: disponer de programas sencillos y La meta y objetivos de este programa son: a) disponer de acciones sencillas y operativas que cubran los requerimientos básicos y permitan aplicar en las etapas del proyecto la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, y b) identificar los tipos de residuos sólidos e industriales no peligrosos que generarán, contar con los mecanismos de recolección en obra y en todas las áreas de trabajo de los residuos generados, disponer de un transporte efectivo de residuos sólidos no peligrosos y crear los mecanismos para disponer de la infraestructura municipal (tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios) en cuanto a la disposición final de los residuos. Ver anexo IX.3.C del DTU.

VII.3.5. Programa de educación ambiental (pláticas)

El personal involucrado en el Proyecto y habitantes de zonas cercanas recibirán capacitación general sobre el cuidado del ambiente. Las pláticas de capacitación estarán enfocadas sobre la importancia de la protección y cuidado de los recursos naturales y el compromiso ambiental que deberán adquirir todos los involucrados. Estos cursos son de gran importancia ya que con ellos se estará haciendo labor de concienciación a las personas que trabajarán en el desarrollo del proyecto y que preferentemente serán de los poblados aledaños.

Los objetivos y alcance de este programa son: a) transmitir conocimientos para modificar conductas y concientizar ambientalmente al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. El alcance del presente programa de capacitación es aplicable desde el inicio del Proyecto con el fin de ir observando conductas y tener tiempo de corregir alguna (s) que cause (n) daño a la zona sujeta a cambio de uso de suelo. Ver anexo IX.3.D del DTU.

A continuación, (tabla VII.4) se presentan los indicadores para evaluar la efectividad de las medidas anteriormente citadas.

Tabla VII.4. Indicadores para evaluar la efectividad de medidas ambientales.

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
Medida	• Realización de talleres participativos con todo el personal involucrado en la construcción de la obra en estudio, se les mencionará la importancia de conservar el ambiente, y las sanciones legales que implica hacer uso inadecuado de la flora y fauna sin contar con los permisos correspondientes
Resultado esperado	• Fomentar la participación voluntaria en la conservación de la biodiversidad • Evitar la extracción y saqueo de especies por parte del personal de la contratista involucrado en la obra.
Indicador	$$R_1 = (100) * \frac{I_c}{I_C}$$ Donde: R_1= Efectividad de los talleres participativos IC = Número de trabajadores que se contrataron para la construcción del proyecto Ic = Número de trabajadores que asistieron a los talleres Efectividad de la medida Efectiva >89 =100 Medianamente efectiva >78 <89% Poco efectiva >66 <78%
Factor ambiental	**Flora**
Medida	• El desmonte será de forma direccionada con el fin de que el material derribado quede al interior de la brecha forestal, y de esta forma evitar la afectación de la vegetación contigua al área del Proyecto.
Resultado esperado	• Minimizar las áreas afectadas por el CUSTF.
Indicador	$$R_2 = \frac{SR_{CUSTF}}{SS_{CUSTF}} * 100$$ Donde: R_2= Efectividad de la medida SRCUSTF= Superficie donde se realizó el CUSTF

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	SSCUSTF= Superficie solicitada para el CUSTF Efectividad de la medida Efectiva ≤ 80% Medianamente efectiva > 80 ≤85% Poco efectiva >85%
Factor ambiental	**Flora y fauna**
Medida	• Realizar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna a especies de importancia ecológica
Resultado esperado	• Conservar *in situ* de especies de importancia ecológica y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Indicador	$$R_3 = \frac{I_r}{I_R} * 100$$ Donde: R3 = Efectividad en la reubicación o rescatados IR = Número de individuos rescatados o reubicados Ir = Número de individuos reubicados o rescatados Efectividad de la medida Efectiva >85% Medianamente efectiva >75 ≤85% Poco efectiva <75%
Factor ambiental	**Flora**
Medida	Realizar un monitoreo en un periodo de seis meses como mínimo sobre las especies de flora rescatadas para evaluar su sobrevivencia.
Resultado esperado	Evaluar la sobrevivencia de las especies reubicadas

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
Indicador	$$R_4 = \frac{Iv}{Ir} * 100$$ Donde: R_4 = Efectividad en supervivencia IV = Número de individuos Ir= Número de individuos reubicados <u>Efectividad de la medida</u> Efectiva >85 =100% Medianamente efectiva >75 <85% Poco efectiva <75%
Factor ambiental	**Suelo**
Medida	Implementación de obras de conservación de suelos en la superficie donde se realizará el CUSTF (4.9302 hectáreas): • **18.5 fajitas o cordones de vegetación muerta o piedra acomodada a curvas de nivel** • Se construirán **7.0 zanjas bordo** para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, se propone la realización las zanjas bordo con una longitud de 20.0 cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado y dentro de donde se efectuará el CUSTF en una superficie de **1.08 ha** aproximadamente.
Resultado esperado	• Prevenir la erosión hídrica, de tal forma que la condición de este recurso al finalizar la realización del CUSTF sea similar a las encontradas antes del mismo • Mantener la capacidad de infiltración
Indicador	$$R_5 = \frac{NECA}{NEC_{CUSTF}} * 100$$ Donde: R_5= Efectividad de la medida NECA= Nivel de erosión con cobertura vegetal actual NECCUSTF= Nivel de erosión con cobertura después del CUSTF

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	Efectividad de la medida Efectiva= grado cero con erosión laminar casi imperceptible Medianamente efectiva= Erosión laminar de nivel 1 (canalillos) Poco efectiva= Erosión en cárcavas o surcos
Factor ambiental	**Agua**
Medida	• Se vigilará que la vegetación removida por la apertura del área en estudio y que pudiera caer sobre cuerpos de agua sea retirada de forma inmediata, haciendo un manejo adecuado de los residuos vegetales.
Resultado esperado	• Al término de la a jornada, durante la realización de la remoción de la vegetación por la apertura del desmonte del área forestal, se retirarán diariamente los residuos vegetales que hayan caído en cuerpos de agua.
Indicador	$$R_6 = \frac{CL}{CI} * 100$$ Donde: R_6= Efectividad de la medida CL= Cuerpos de agua limpiados CI= Cuerpos de agua con residuos de material vegetal Efectividad de la medida Efectiva = 100% Medianamente efectiva ≥95 100% Poco efectiva <95%
Factor ambiental	**Suelo y agua**
Medida	• Mantener un Manejo Integrado de residuos sólidos que consistirá en levantar diariamente al término de la jornada, los residuos generados en las diferentes actividades de la obra, y disponerlos en contenedores rotulados debidamente para su separación en orgánicos e inorgánicos.
Resultado esperado	• Descartar la contaminación de cuerpos de agua y/o suelo, por residuos sólidos municipales, además de considerar que la obra no contempla en ninguna de sus

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	actividades el uso de sustancias químicas que pudieran modificar las propiedades físico-químicas de estos componentes ambientales.
Indicador	$$R_7 = \frac{RC}{RG} * 100$$ Donde: R_7= Efectividad de la limpieza de del suelo o subsuelo RC= Cantidad de Residuos colectados RG= Cantidad de residuos generados. <u>Efectividad de la medida</u> Efectiva = 100% Poco efectiva <100%
Factor ambiental	**Aire**
Medida	• Implementación del esquema de verificación vehicular, para que todos los vehículos que ocupe la contratista sean verificados en las instancias correspondientes a fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable
Resultado esperado	• Contribuir a mantener la calidad del aire actual, mediante la afinación de vehículos utilizados en el proyecto
Indicador	$$R_8 = \frac{VPV}{VUP} * 100$$ Donde: R_8= Efectividad de la implementación del esquema de verificación vehicular VUP= vehículos utilizados en el proyecto VPV= vehículos que cumplieron con el esquema de verificación <u>Efectividad de la medida</u> Efectiva = 100% Poco efectiva <100%

VII.4. Medidas de la etapa de abandono del sitio del proyecto

Para esta etapa dentro del programa general de trabajo y actividades no se incluye la etapa de abandono del proyecto ya que se considera como de utilidad permanente. Sin embargo, se estima una vida útil de 50 años.

De presentarse el caso de abandono por otros motivos diferentes a la urbanización de la zona, entonces las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales generados en esta etapa son las siguientes:

- Se establecerá un programa de abandono del sitio de acuerdo a un procedimiento que incorpore términos de referencia, enfatizando en medidas de rehabilitación, compensación y restitución. El programa deberá proponer la entregar del área de influencia del proyecto en las condiciones semejantes en que se encontraba.

- Como resultado de esta acción se recuperará el paisaje al regenerarse la vegetación una vez desmanteladas las torres.

- Se elaborarán procedimientos de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, así como su disposición de acuerdo a la normatividad aplicable.

VII.5. Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental

VII.5.1. Sistemas de seguridad

A continuación, se describe a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con los que cuenta la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Se cuenta con lo siguiente:

· Supervisión, verificación de especificaciones, cumplimiento de normas, pruebas no destructivas, radiografiado, hidrostáticas, entre otras, durante la etapa de construcción y operación.

· Implementación de pruebas Pre-arranque en los sistemas que integran el proceso.

· Documentación e información técnica de equipos, proveedores, planos, registros, bitácora de obra, actas de entrega, pruebas, recepción de obra y finiquito.

Programas anuales de mantenimiento preventivo a todo el sistema que incluyen:

· Inspección de los instrumentos de medición de flujo, presión y temperatura en las instalaciones de origen y destino.

· Inspección de la protección mecánica, catódica y toma de potenciales.

· Medición anual de espesores en instalaciones superficiales.

· Programas de capacitación y/o actualización al personal de operación y mantenimiento del sistema.

· Integración al plan de Protección Civil de la región.

Señalamientos

Los señalamientos se clasifican en tres tipos: informativo, restrictivo y preventivo, apegando a los lineamientos marcados por NOM-026-STPS-2008.

Señalamiento Tipo Informativo.

Las señales de tipo informativo tienen por objeto informar la localización de las instalaciones para fines de identificación y de inspección.

Señalamiento Tipo Restrictivo

Los señalamientos de tipo restrictivo indican la restricción de actividades que pongan en riesgo la seguridad de las personas y las instalaciones, así como de las instalaciones y poblaciones aledañas a las mismas.

Señalamiento Tipo Preventivo

Los señalamientos de tipo preventivo tienen la función de prevenir al público acerca de las condiciones de riesgo en la ejecución de trabajos de construcción y de mantenimiento, advirtiendo los daños que éstos pueden ocasionar.

Medidas preventivas

A continuación, se describen las medidas preventivas, programas de mantenimiento e inspección, así como los programas contingencias que se aplicaran durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada.

Programa de mantenimiento

El mantenimiento preventivo, que se implantará en el Centro de Trabajo considera a la totalidad de las instalaciones y equipos mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos estáticos y instrumentación, obras civiles y de servicios, sistema contra incendio y de seguridad física de la instalación. Basará su funcionamiento en el llamado catálogo de planes, mediante la emisión programada de órdenes de trabajo, en las que se detallan las actividades a realizar en cada tipo de servicio, ya sea mensual, bimestral, trimestral, semestral o anual. Las órdenes de trabajo emitidas incluyen espacios para el reporte de los trabajos realizados, materiales utilizados y tiempos empleados en su ejecución, así como los nombres y firmas de las personas que intervienen en dichas actividades. Esta información es alimentada a la base de datos del sistema, de tal manera, que se creará el historial de cada una las instalaciones y equipos, lo que finalmente llevará a la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo, que evitará en el futuro, los paros no programados por fallas imprevistas de los sistemas.

El sistema de control computarizado del mantenimiento permite un rápido acceso a la información requerida. Para la realización de los trabajos, es requisito de seguridad elaborar y obtener la autorización de un “Permiso de trabajo”, en el que se hace un análisis de la tarea para determinar los riesgos en su ejecución. Durante la ejecución de los trabajos se realizan inspecciones para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad solicitados.

La aplicación y ejecución sistemática de los programas de mantenimiento preventivo permitirá una óptima conservación de las instalaciones.

Medidas de protección

a) Sistemas y equipo de comunicación y alarma.

c) Sistema de tierras físicas y sistema pararrayos.

La obra eléctrica instalará un sistema de tierras integrado por un conjunto de conductores, electrodos, accesorios y otros elementos que interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto conectar a tierra a elementos que pueden generar o acumular electricidad estática.

La obra eléctrica contará con un sistema de pararrayos el cual consiste en dispositivos para recibir, colectar o desviar las descargas eléctricas atmosféricas a tierra.

VII.6. Impactos residuales.

Se considera que los impactos residuales son aquellos que se mantienen en el ambiente aún después de ejecutar las medidas de mitigación. Es decir, este refiere a la diferencia en la calidad ambiental sin el proyecto y la calidad ambiental con el proyecto.

Por lo anterior, con los resultados obtenidos de significancia en el capítulo V del presente DTU, se puede afirmar que los impactos residuales negativos de mayor significancia corresponden a el paisaje (impacto residual moderadamente significativo), como consecuencia de la línea de transmisión (LT); ya que son actividades que son permanentes y no hay medidas viables de mitigación que puedan evitar o disminuir directamente el impacto. El resto de los impactos negativos residuales resultaron como no significativos o poco significativos.

VII.7. Seguimiento y control (monitoreo)

Las acciones de vigilancia y control ambiental serán implementadas a través de una supervisión en sitio, particularmente en los frentes de obra e infraestructura temporal asociada (almacenes, campamentos, oficinas, etc.). Esta actividad será realizada por el supervisor ambiental quién tendrá la capacidad técnica suficiente para detectar aspectos críticos, además de la facultad de definir estrategias y/o proponer el ajuste o modificación de actividades que en su momento pudieran impactar de manera significativa el ambiente. De entre las actividades que el supervisor ambiental desarrollará destacan las siguientes:

- Vigilar el cumplimiento ambiental del Proyecto.

- Documentar y dar seguimiento al cumplimiento ambiental mediante la aplicación de indicadores de eficacia.
- Informar el estado que guarda el cumplimiento ambiental.
- Apoyar en el levantamiento de notas de bitácora referentes al incumplimiento ambiental.
- Mantener actualizado el expediente de cumplimiento ambiental.
- Solicitar y en su caso, generar los reportes, informes o evidencias correspondientes.
- Acompañar en los eventos de inspección que efectúe la autoridad ambiental.
- Notificar y participar en el análisis y resolución de los problemas ambientales que interfieran con el avance del Proyecto.

VII.7.1. Indicadores para medir el cumplimiento y éxito de las medidas ambientales

Para las medidas ambientales vinculadas a aspectos considerados como relevantes y que por experiencia se sabe que son preponderantes durante la implementación de un proyecto como el que nos ocupa, se aplicarán los indicadores y umbrales señalados en las tablas siguientes con el fin de conocer el porcentaje de cumplimiento de los objetivos para los cuales fueron diseñadas, además del grado de integración ambiental logrado por el proyecto. Debido al comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctivas de carácter complementario, esto mismo aplica al momento de identificar impactos no considerados en este estudio.

En cuanto a umbrales, se tienen de alerta e inadmisibles, los primeros señalarán el punto en el que deben entrar en funcionamiento las medidas correctoras complementarias, y los segundos refieren al punto en el que será difícil o ya no se podrá aplicar la medida ambiental. Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación y valoración la atención ambiental del proyecto, su valoración se registrará en términos de la conformidad del cumplimiento y aplicación.

Tabla VII.5. Indicador general para el seguimiento, evaluación y control del cumplimiento ambiental del Proyecto

Indicador	Cumplimiento ambiental
Objetivo	Seguimiento y control de las medidas ambientales del Proyecto
Descripción	Relación entre las medidas ambientales aplicables al periodo que se evalúa y aquellas que se ejecutaron
Cálculo	$CU = \frac{Acción\ ejecutada}{Acción\ programada} X\ 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<100 %
Umbral inadmisible	<95 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla VII.6. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Suelo

Indicador	Cambio de uso del suelo
Objetivo	Seguimiento y control del cambio de uso del suelo
Sujeto de control	Áreas autorizadas para el Proyecto
Etapa	Preparación del sitio
Descripción	Relación entre la superficie intervenida y la superficie autorizada
Cálculo	$\frac{Superficie\ intervenida}{superficie\ autorizada}$
Indicador de cumplimiento	1
Umbral de alerta	>1
Umbral inadmisible	>1
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla VII.7. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Vegetación

Indicador	Cobertura
Objetivo	Seguimiento y control del manejo de la vegetación
Sujeto de control	Vegetación que será removida
Etapa	Preparación del sitio
Descripción	Relación entre los elementos vegetales reubicados y la supervivencia
Cálculo	$\frac{No.\,de\ ejemplares\ que\ sobrevivieron}{No.\,de\ ejemplares\ plantados} \times 100$
Indicador de cumplimiento	98 %
Umbral de alerta	<90 %
Umbral inadmisible	<80 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla VII.8. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Fauna

Indicador	Especies de lento desplazamiento y/o protegidas
Objetivo	Seguimiento y control de las actividades de rescate y reubicación de fauna
Sujeto de control	Fauna presente en el área del Proyecto
Etapa	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre los individuos de fauna rescatados y aquellos reubicados con éxito
Cálculo	$\frac{No.\,de\ individuos\ reubicados\ con\ éxito}{No.\,de\ individuos\ rescatados} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<99 %
Umbral inadmisible	<98 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla VII.9. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Social

Indicador	Difusión ambiental
Objetivo	Seguimiento y control de las actividades de comunicación y concienciación ambiental
Sujeto de control	Calendario de comunicación y concienciación ambiental
Etapa	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre el número de actividades ejecutadas y el número de actividades programadas
Cálculo	$\frac{No.\,de\ actividades\ de\ difusión\ ejecutadas}{No.\,de\ actividades\ de\ concienciación\ programadas} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisible	<60 %
Frecuencia de aplicación	Mensual
Indicador	**Riesgo de accidentes**
Objetivo	Seguimiento y control de la colocación de señalética
Sujeto de control	Sitios que requieren señalética
Etapa	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre el número de sitios que requieren señalética y el número de sitios con señalética colocada
Cálculo	$\frac{No.\,de\ sitios\ que\ requieren\ señalética}{No.\,de\ sitios\ con\ señalética\ colocada} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisible	<60 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

VII.7.2. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Como medida complementaria para contrarrestar cualquier impacto no previsto y con la finalidad de resarcir el daño ecológico al ecosistema, se deberá adquirir una póliza de garantía, misma que será adquirida por el promovente y entregando copia de la misma a SEMARNAT.

VII.8. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

El Artículo 7, Fracción XXXIII de la LGDFS señala: “la restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

La restauración de las áreas a intervenir por la ejecución del CUSTF implica la intervención del hombre para la recuperación de las mismas por la remoción de la vegetación. Considerando que se cambiará la condición de los recursos forestales, la restauración debe considerar las actividades necesarias para llevar el ecosistema degradado a las condiciones que presenta antes de la alteración, donde se incluye su composición, estructura, funcionalidad y servicios ecosistémicos que presta.

Por lo que los costos estimados para la restauración incluyen desde la preparación del terreno y adquisición de plantas hasta su mantenimiento y establecimiento a 20 años, tiempo considerado como el mínimo donde la vegetación establecida puede brindar los mismos servicios ambientales que actualmente ofrece y las obras de conservación de suelos necesarias para minimizar los procesos erosivos.

VII.8.1. Costo de las actividades de restauración

La estimación del costo total de restauración del recurso natural depende de las condiciones actuales de sitio y de la naturaleza del proyecto y en él se incluye la reforestación, la conservación de suelos y el mantenimiento.

VII.8.1.1. Estimación del costo de las actividades de reforestación

La estimación del costo de las actividades de reforestación por motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se establece tomando como base la superficie de bosque, selva o vegetación de zona árida que se afectará, asimismo se establece un periodo de 20 años, dado que en ese lapso de tiempo se estima obtener los mismos recursos que serán afectados en cantidad y calidad.

Dentro de los costos para las actividades de reforestación se incluyen: el de las herramientas, los jornales para la ejecución de cada actividad, los de las plantas que sean

necesarias establecer y el medio de transporte o vehículo y la asesoría técnica. De esta forma se estimaron los siguientes costos por concepto, (tabla VII.10).

Tabla VII.10. Costos de las actividades de reforestación

Actividad	Cantidad/ ha	Unidad	Precio Unitario($)	Costo ($/ha)	Superficie afectada	Costo total($)
Preparación del terreno	90	Jornales	120.00	10,800.00	4.9302	53,246.16
Plantación	46	Jornales	120.00	5,520.00	4.9302	27,214.7
Asesoría técnica	20	Jornales	400.00	8,000.00	4.9302	39,441.6
Adquisición de plantas	1200	Piezas	3.00	3,600.00	4.9302	17,748.72
Flete	1	S/U	2,000.00	2,000.00	4.9302	9,860.4
Herramientas	1	S/U	18,000.00	18,000.00	4.9302	88,743.6
Total	**---**	**---**	**---**	**47,920.00**	**4.9302**	**236,255.2**

El año en que se efectúa la reforestación es considerada como el año cero (T_0), este es sin duda el periodo que demanda la mayor cantidad de recursos por el número de actividades que involucra. El costo total de esta etapa se estimó en $ **47,920.00** (cuarenta y siete mil novecientos veinte pesos 00/100 M.N) en la superficie total (1.00 ha), es decir, **$ 236,255.20** (doscientos treinta y seis mil doscientos cincuenta y cinco pesos 20/100 M.N) por la superficie del proyecto que es 4.9302 hectáreas.

|

VII.8.1.2. Estimación del costo de las actividades de conservación de suelo y agua

Derivado de los problemas erosivos que actualmente sufren las áreas forestales por la pérdida de suelo y agua, luego de efectuarse actividades de cambio de uso en el suelo por actividades agropecuarias o de desarrollo en infraestructura, se hace necesario tomar medidas que coadyuven a disminuir los problemas erosivos y de infiltración. Estudios recientes demuestran que más del 50% de los suelos del país presentan serios problemas de degradación, causados por erosión de tipo hídrica, principalmente. Por ello es necesario diseñar estrategias de protección, conservación, recuperación y restauración de suelos forestales. En la actualidad existen un gran número de prácticas tendientes a lograr tal fin, y van desde obras sencillas como el acomodo de ramas en

sentido perpendicular a la pendiente, hasta las complejas presas de piedra acomodada. La realización de una u otra actividad, estará en función de las condiciones del terreno donde se pretendan implementar.

En específico, para el diseño y construcción de obras de conservación de suelo en el área donde se pretende realizar la obra del proyecto en estudio, se consideraron parámetros como la pendiente media del terreno, presencia de tierras frágiles, tipos de suelo e intervalo de precipitación. De esta manera, se consideraron como obras factibles a desarrollar dentro de los terrenos donde se llevará a cabo el CUSTF, las siguientes:

- Fajita o cordón de vegetación muerta
- Zanjas bordo

Los costos determinados por tipo de obra se aprecian en la tabla VII.11 y 12. Tomando en consideración la cantidad de obras de conservación de suelo necesarias para mitigar la pérdida de suelo que genera el proyecto en cuestión y la disminución en la infiltración en la superficie solicitada para la ejecución del CUSTF.

Tabla VII.11. Costo de las obras de material muerto (fajitas o cordones)

Obra	Costo ($)/ obra	Número de obras a ejecutar	Costo total ($)
Construcción de la fajita o cordón de vegetación muerta	3500.00	18.5	64,750.00

Zanjas bordo

El costo referente a las obras de zanjas, se estimó a partir de los costos que se tendrán por el trazo de las curvas de nivel por cada obra del proyecto, excavación, conformación del bordo y asesoría técnica para la buena realización de las mismas.

Se implementarán obras de conservación de suelos en la superficie donde se realizará el CUSTF (**4.9302** hectáreas): Se construirán **7.0 zanjas bordo** para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, se propone la realización las zanjas bordo con una longitud de 20.0 cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado y dentro de

donde se efectuará el CUSTF en una superficie de **1.08 ha** aproximadamente, se propone realizar un gran total de **7.0 zanjas bordo** con una longitud de **20.0 metros.**

Los costos del total de las zanjas bordo en las áreas totales de CUSTF, que comprende el proyecto es de **$$51,960.00,** (tabla VII.12).

Tabla VII.12. Costos en pesos mexicanos por hectárea de las medidas de mitigación para captación e infiltración (zanjas bordo).

Obra	Costo ($)/ obra	Número de obras a ejecutar	Costo total ($)
Construcción de las zanjas bordo	4500.00	7	31,500.00

De acuerdo a la información plasmada en la tabla anterior, se calcula que el costo de las zanjas bordo es de **$ 4,500.00** pesos M.N por cada una. Por lo tanto, para las **7.00** zanjas bordo que se requieren para las obras de este proyecto, el costo será total de las zanjas bordo será de **$31,500.00** pesos M.N., más los **$ 64,750.00** pesos M.N de las fajitas o cordones de vegetación. De esta manera, se estima que el costo económico de la superficie total, equivale a **$96,250.00** (noventa y seis mil doscientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

VIII.8.1.3. Costo de las actividades de mantenimiento

Para lograr el éxito de las etapas anteriores (reforestación y establecimiento de las obras de conservación de suelo y agua), se hace necesario implementar actividades de mantenimiento, posterior a la construcción de éstas. El periodo de ejecución de cada acción estará en función de su naturaleza y objetivo. Así, existirán trabajos que deberán realizarse durante los 20 años programados, periodo en el que se prevé el ecosistema ha recuperado parte o la totalidad de sus funciones biológicas y ecológicas, y otras que sólo aplicarán en los primeros 12 años. El tipo de actividad a implementar y la duración de la misma determinarán el costo estimado para la misma. Dentro de las actividades de mantenimiento más importantes para lograr los objetivos de la restauración se encuentran las siguientes: reposición de plantas, control de malezas, control de patógenos, fertilización y protección (brechas cortafuego); para las obras de conservación de suelos, las actividades de mantenimiento son las de reparación de las obras.

De esta manera, en la tabla VII.13 se desglosan los costos de las actividades de mantenimiento por hectárea y en la superficie total a intervenir durante la realización del CUSTF.

Tabla VII.13. Costo de las actividades de mantenimiento

Actividad	Cantidad/ ha/año	Unidad	Precio Unitario($)	Costo ($/ha)	Superficie Afectada (ha)	No. Años	Costo total ($)
Reposición de plantas	9	Jornales	120.00	1,080.00	4.9302	12	63,895.392
Reposición de plantas	500	Pza	3.00	1,500.00	4.9302	12	88,743.6
Control de malezas	10	Jornales	120.00	1,200.00	4.9302	12	70,994.88
Control de patógenos	5	Jornales	120.00	600.00	4.9302	12	35,497.44
Control de patógenos	3	kg o lt	190.00	570.00	4.9302	12	33,722.568
Fertilización	5	Jornales	120.00	600.00	4.9302	20	59,162.4
Fertilización	3	kg	100.00	300.00	4.9302	20	29,581.2
Herramientas	1	s/u	1,180.00	1,180.00	4.9302	12	69,811.632
Brechas cortafuego	16	s/u	120.00	1,920.00	4.9302	20	189,319.68
Mantenimiento a obras de conservación de suelo	20		120.00	2,400.00	4.9302	20	236,649.6
Asesoría técnica	10	Jornales	350.00	3,500.00	4.9302	12	207,068.4
Total	**---**	**---**	**---**	**14,850.0**	**4.9302**		**1,084,446.8**

El control de malezas será puntual, dado que lo que se pretende es lograr la rehabilitación del ecosistema, no es recomendable eliminar la vegetación de ningún estrato, de tal forma que esta actividad sólo se hará en los sitios donde se planten árboles o arbustos, eliminando la competencia y favoreciendo el desarrollo de éstos.

El costo total considera la cantidad de materiales e insumos a emplear, el total de hectáreas a intervenir y el número de años que se efectuará el mantenimiento, así, se determinó que en la **4.9302** ha donde se hará el CUSTF, para lograr su restauración, será necesario destinar un monto total de $ **1,084,446.80** (un millón ochenta y cuatro mil cuatrocientos cuarenta y seis pesos 80/100 M.N.) para los trabajos de mantenimiento.

VII.8.1.4. Costo total de las actividades de restauración

El costo total de las actividades de restauración resulta de la suma de los costos de reforestación, conservación de suelo y mantenimiento. En la tabla VII.14 se presentan el resumen del costo total de las actividades de restauración en la superficie donde se efectuará el CUSTF.

Tabla VII.14. Costo total de las actividades de restauración

Concepto	Superficie afectada (ha)	Costo total $
Reforestación	4.9302	236,255.2
Conservación de suelos	4.9302	96,250.00
Mantenimiento	4.9302	1,084,446.80
TOTAL	**4.9302**	**1,416,952.00**

De acuerdo a la información presentada los costos totales de las actividades de restauración y mantenimiento se estiman en $ **1,416,952.00** (un millón cuatrocientos dieciséis mil, novecientos cincuenta y dos pesos 00/100 M.N.).



CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Contenido

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 2

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 10
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 11
VIII.4. Pronóstico ambiental 20
VIII.5 Evaluación de alternativas 21

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Proyecto **Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA** está inmerso en el municipio de El Marqués, estado de Querétaro, donde predomina la vegetación de selva baja caducifolia (SBC) y forma parte practicamente de la zona urbana de la ciudad de El Marqués y Querétaro. Las unidades de análisis relacionadas del Proyecto son el Sistema Ambiental Regional (SAR) o Cuenca hidrografica forestal (CHF), el Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) que corresponde al espacio para realizarán las obras y/o actividades principales.

Los cambios ambientales que sucederán en estas áreas se basan en la naturaleza técnica del Proyecto expuesta en el Capítulo II, en la vinculación del Proyecto con los uso del suelo expresada en el Capítulo III y en la línea base señalada en el Capítulo IV, así como en la identificación y evaluación de los impactos ambientales del Capítulo V, como en las medidas ambientales a aplicar expuestas en el Capítulo VII.

Los pronósticos dados que se presentarán, se describen con el objetivo de integrar una perspectiva de los aspectos ambientales, sociodemográficos y técnicos en las unidades espaciales del Proyecto. Se coenciben tres posibles escenarios son:

1. *Descripción y análisis del escenario sin proyecto.* Partiendo del diagnóstico ambiental o la línea base en que se encuentran los factores de los componentes abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, sin el establecimiento del Proyecto. Para definir los cambios en las tendencias y grado de conservación o de perturbación del medio sin la ejecución del Proyecto.

2. *Descripción y análisis del escenario con proyecto.* Este escenario supone la ejecución del Proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y corrección ambientales. Se consideran las tendencias de cambio descritas previamente sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generará el Proyecto.

3. *Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.* Para el desarrollo de este escenario con Proyecto pero considerar tanto las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección que aplicarán por el desarrollo del mismo, propuestas como las correspondientes a los impactos residuales, destacando las mejoras que se pudiera presentar en la CHF o SAR por la implementación de las mismas.

Los resultados del análisis de los posibles escenarios, se describen de acuerdo a los principales componentes y factores ambientales con los que interactura el proyecto y que posiblemente modifique sus características inherentes descritas en el Capítulo IV.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El Proyecto se ubica en la Cuenca Hidrografica Forestal o Sistema Ambiental Regional con una superficie de 26590.00 ha, donde se diferencían diez usos de suelo según la carta temática de la Serie VII de INEGI (2022). El uso de suelo es:

Valores Sistema Ambiental	Área	
	(km²)	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	84.65	31.84
Agricultura de temporal anual	79.67	29.96
Asentamientos humanos	35.6	13.39
Cuerpo de agua	0.37	0.14
Desprovisto de vegetación	2.37	0.89
Matorral crasicaule	3.27	1.23
Pastizal inducido	3.56	1.34
Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	28.07	10.56
Veg. sec. arbustiva de matorral crasicaule	1.61	0.61
Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	26.73	10.05
Total	**265.9**	**100.0**

El Área del Proyecto forma parte del uso de suelo de vegetación de **selva baja caducifolia (SBC)** Esta comunidad está dominada por árboles bajos de entre 4 y 12 m que pierden sus hojas en la época de secas y que se mantienen así entre 6 y 7 meses. Entre las especies dominantes, muchas tienen cortezas exfoliantes de colores vivos o claros, y varios árboles ramifican cerca de la base. Después de la época de lluvias se desarrollan las hojas, que son de color verde claro brillante generando un contraste entre sequía y lluvias muy fuerte en el

paisaje. El bosque se establece en suelos someros, bien drenados y derivados de rocas ígneas en zonas de climas cálidos subhúmedos o semisecos, entre los 500 y 1800 m de altitud (Zamudio et al., 1992). Esta vegetación está dominada en la zona de estudio por los árboles de *Senna polyantha* (tepehuaje), *Bursera fagaroides* (xixote), *B. palmeri* (copal), *Lysiloma microphyllum* (palo de arco), *Ipomoea murucoides* (palo bobo), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce). Los individuos de *Ceiba aesculifolia* (ceiba, pochote) y *Cederella dugesii* (nogal cimarrón) son menos abundantes, pero también forman parte del estrato superior de esta vegetación. Las crasicaules de gran porte con coberturas importantes en esta vegetación son *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Stenocereus queretaroensis* (pitayo) y *Stenocereus griseus*. Entre los arbustos abundantes están *Crotón ciliatolandulifer* (palillo), *Jatropha dioica* (sangre de grado), *Karwinskia humboldtiana* (tullidora), *Zaluzania augusta* (limpia tuna, cenicilla). Después de lluvias se desarrollan abundantemente especies herbáceas como *Hybanthus attenuatus*, *Rivinia humuilis* (coral) y *Dioscorea militaris* (camote de cerro). Los helechos son escasos y son más bien de afinidades xerófitas, sobre todo *Cheilanthes* y *Pellaea*.. Cabe mencionar que en dicha área se registró una (01) especie de flora en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (***Coryphantha radians***) en categoría de amenazada (A). Con respecto a la fauna, en el predio se registraron dos especies prioritarias según dicha norma, del grupo de ***aves*** el *Falco peregrinus* (hacón peregrino) bajo Protección especial (Pr) y para los ***reptiles y anfibios***, la *Sceloporus torquatus (*Lagartija escanosa) endémica.

El área destinada para construir el proyecto, sin considerar la inclusión de éste en dicha superficie, se prevé un escenario determinado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 2022 y se ubica dentro las unidades UGA´s: 133 (Zona Urbana El Marqués), 137 (Zona de aprovechamiento sustentable Suroeste de El Marqués) y 143 (Buenavistilla).

No UGA	Nombre de la UGA	Política
133	Zona Urbana El Marqués	Urbana
137	Zona de aprovechamiento sustentable Suroeste de El Marqués	Urbana, Aprovechamiento sustentable y Conservación
143	Buenavistilla	Conservación

Los criterios de regulación ecológica que le asignan: UGA No 133 (LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05, LDU06),

UGA No 137 (LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LAS01, LAS02, LAS03, LAS04, LAS05), y UGA No 143 (LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09 - LC01 - LAS04, LAS05)

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués (POELMEM), para el caso específico del área del proyecto en estudio con su obra se ubicará sobre las **UGA´s No 27, 28, 34, 49 y 50,** denominadas **"El Pozo, Buenavistilla, Zona Agrícola Cumbres de Conín, Zona Urbana C. Universidades y Zona Urbana Sur Poniente**". Para el caso específico del área del proyecto en estudio la política es **"aprovechamiento sustentable y desarrollo urbano**", la estrategias de las UGA´s son: **UGA´s No 27 (**EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC01, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS01, EAS02, EAS03, EAS04, EAS05, EAS06, EAS07, EAS08, EAS09, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS14, ER01, ER02, EAS15, ER03, ER04, ER05)**, 28 (**EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP3, EP4, EC01, EC02, EC03, EC04, EC05, EC06, EC07, EC08, EAS02, EAS05, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS15, ER01, ER02, ER03, ER04, ER05, EDU04, EDU05)**, 34 (**EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC01, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS01, EAS02, EAS03, EAS04, EAS05, EAS06, EAS07, EAS08, EAS09, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS14, ER01, ER02, EAS15, ER03, ER04, ER05)**, 49 (**EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS05, EAS06, EAS07, EAS10, EAS14, ER01, ER04, ER05, EDU01, EDU02, EDU03, EDU05, EDU06, EDU07, EDU08, EDU09) **y 50 (**EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EG14, EP4, EC02, EC04, EC07, EC08, EAS05, EAS06, EAS07, EAS10, EAS14, ER01, ER04, ER05, EDU01, EDU02, EDU03, EDU05, EDU06, EDU07, EDU08, EDU09)

En materia de Ordenamientos ecológicos, únicamente le aplica al proyecto el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con el cual el proyecto se ubicará en la UAB 52 (Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo), en donde el rector del desarrollo es Forestal- Preservación de Flora y Fauna, las coadyuvantes del desarrollo es Agricultura- Desarrollo Social-Ganadería- Minería y los asociados al desarrollo no existe, y una vez analizadas y vinculadas las estrategias sectoriales se determinó que no existe incompatibilidad para la realización del proyecto. Debido a que el POEGT es de observancia

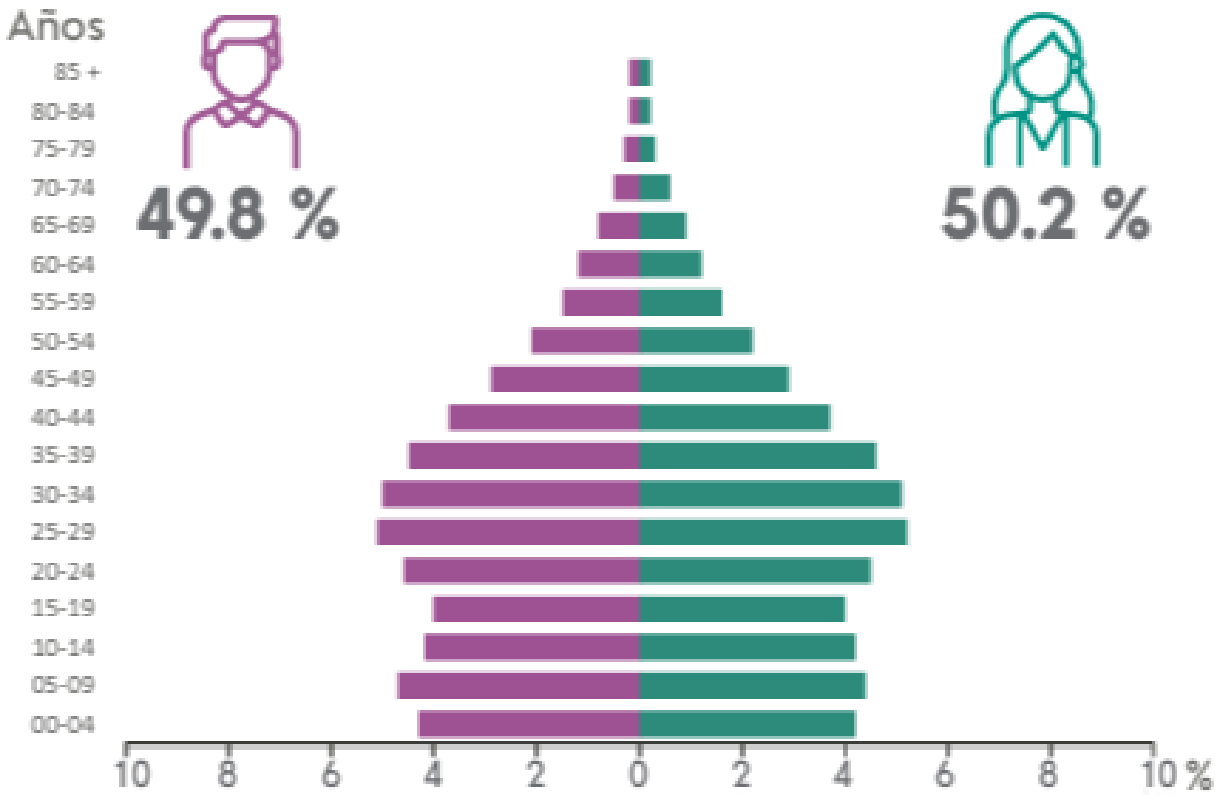
general para toda la Administración Pública Federal y no contiene restricciones para llevar a cabo la construcción de infraestructura eléctrica.

En cuanto a los decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas, el proyecto NO se ubicará en alguna área natural protegida en sus diferentes categorías y en sus diversos ámbitos (Federal, Estatal y Municipal), el área protegida más cercana la de “El Cimatario”, ubicada a 7.1 km al suroeste del proyecto y decretada como categoría de parque nacional y la estatal denominada El Tangano a 5.1 km al suroeste del proyecto.

En lo que refiere a las Normas Oficiales Mexicanas, y considerando que se trata de un proyecto eléctrico, ninguna de sus actividades en las diversas etapas presenta incompatibilidades con las Normas Oficiales aplicables y presentadas en el documento, debido a que el proyecto llevará a cabo un conjunto de acciones preventivas y de mitigación, precisamente para que pueda ser construido y operado por debajo de las especificaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas. De dichas acciones destacan algunas como; el programa de mantenimiento preventivo, programa de manejo integral de residuos, programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Por lo anteriormente fundado y motivado, se concluye que para el desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto, no se encontraron incongruencias ni incompatibilidades con los Programas de Ordenamiento Ecológico que le son vinculantes, en sus diversos niveles, Normas Oficiales Mexicanas y Áreas Naturales Protegidas, por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que la construcción del proyecto es viable con los criterios de los Ordenamientos Ecológicos y cumple con cada uno de los preceptos legales y sus elementos aludidos en el presente capítulo de forma y fondo.

Uno de los factores que también determinará el éscenario del área de Proyecto sin la presencia de éste es el crecimiento poblacional. En la figura siguiente se ilustra el pronóstico de crecimiento poblacional en los próximos años, lo cual constituye una de las mayores presiones sobre la ocupación del territorio de la CHF o SAR y sus inmediaciones. Tomando como referencia la tendencia de los valores publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) al año 2020, las proyecciones de población analizadas se estima que continúe, de tal modo que en 2020, la población en El Marqués cuenta con 231,668 habitantes de los cuales 50.2 % son mujeres y el 49.8 % son hombres. Los habitantes de El Marqués representan el 9.8 % de la población total de Querétaro en el 2020.



Pirámide poblacional El Marqués. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

El escenario actual se caracteriza por tener una dinámica socioeconómica acelerada y al alza, con una tendencia hacia el aprovechamiento del espacio terrestre, por su ubicación geográfica, ya que El Marqués es un municipio ubicado en la parte baja del valle de Querétaro y su economía está vinculada con la industria; desde hace varios años la economía en el estado de Querétaro ha mantenido un ritmo de crecimiento positivo. Para 2020, en El Marqués hay un total de 67,957 viviendas habitadas y representan el 10.2%.

En relación con el empleo y ocupación, el municipio El Marqués tiene un porcentaje de población de 12 años y más económicamente activa del 69.4 % del cual 41.6% es representado por la población femenina y el 58.4 % por la población masculina.

Las unidades económicas de ambos municipios se dedican principalmente a actividades vinculadas a las actividades secundarias: siendo la principal la de industrias manufactureras.

En cuanto a la agricultura, se encuentran registrados en el municipio El Marqués los productores beneficiados por el PROCAMPO fueron de 1,677, el municipio no tiene producción forestal maderable.

Del total de la superficie del entorno municipal de El Marqués, que comprende aproximadamente 78,771 hectáreas, el 96.96% se dedica a actividades agrícolas y ganaderas principalmente. Cabe referir, que el municipio de El Marqués está considerado como el de mayor potencial productivo en materia de agricultura y ganadería comparativamente con otros municipios del estado.

En el Marqués hay 828 unidades económicas de este sector registradas con un total de remuneraciones de 94.900 (millones de pesos).

En El Marqués se contabilizaron 1,570 unidades económicas con un total de remuneraciones de 2,172.552 (millones de pesos) y una producción bruta total de 33,606.941 (millones de pesos).

Del sector de industrias manufactureras que fue en el que más población se ocupa. En El Marqués, hay 286 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 1,771.199 (millones de pesos) y una producción bru

Respecto a la minería, El Marqués cuenta con 41 unidades económicas, con un total de remuneraciones de 4.066 (millones de pesos) y una producción bruta total de 25.691 (millones de pesos).

Los servicios privados no financieros en El Marqués el total de remuneraciones de este sector es de 85.191 (millones de pesos) y una producción bruta total de 498.063 (millones de pesos).

Por último, el sector de transportes registró en El Marqués se registraron 22 unidades económicas, un total de remuneraciones de 206.729 (millones de pesos) y una producción bruta total de 1,128.931 (millones de pesos). Registrando 56,527 vehículos de motor en el municipio.

De acuerdo con información del del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), Colón tiene más de 40 mil personas en situación de pobreza, de las cuales 7,296 están en situación de pobreza extrema (CONEVAL, 2020), es decir, alrededor del 10 % de la población total; lo que, si bien está por debajo de la media nacional, no deja de ser importante. De acuerdo con los datos de la Medición de Pobreza Municipal 2020, del CONEVAL la situación sobre los tipos de pobreza existentes en el municipio de El Marqués requiere que se les dé una atención prioritaria.

En el 2020 el municipio presentó el 34 % de su población en condiciones de pobreza (pobreza, pobreza extrema y pobreza moderada), en términos de cantidad de personas fueron 70,811 (en el 2010 fue el 48.7 %, que correspondía a 57,319 personas, en 2015 fue el 29.8 %, que representó 47,710 personas).

El proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, disminuirá la cantidad de fallas de la red distribución de electricidad, mejorará el nivel de voltaje de la zona de los municipios de **Colón y El Marqués**, disminuirá la longitud de los circuitos que alimentan las población implicadas, facilitando el restablecimiento en menor tiempo del servicio, así como se tendrá capacidad de atender nuevos servicios en media y baja tensión.

Sin embargo, en el área del Proyecto, su área de influencia y en la CHF o SAR, aún se conserva una cobertura vegetal con vocación forestal y que significa un habitat para la fauna, en una condición ambiental aceptable (ver capítulo IV) lo cual será impactada en un 100% en el área del proyecto (ver capítulo V), además de los componentes bióticos (flora y fauna) también se afectará la geomorfología (topoforma) en su estructura, como en el suelo, balances clímáticos y balance hídrico, por cual quier tipo de actividad humana de las permitidas que ahí se desarrolle para el cambio de uso de suelo como pueden ser la habitacional, industria o infraestructura eléctrica.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Considerando los aspectos que se caraterizan para el “Escenario 1 sin proyecto” basado principalmete en los criterios o estrategías de las políticas ambientales normativas para el cambio de uso de suelo en la zona clasificada como “Zona forestal”**.** Para el “**Escenario con proyecto**” pero sin la aplicación de las medidas de mitigación y corrección, se preve un escenario con un total de impactos derivado de la identificación y evaluación de las interacciones ambientales, en general para la construcción del proyecto, se identificaron 143 interacciones de los cuales 29 se presentan en la atmósfera, 30 suelo, 39 fauna, 11 vegetación, 7 paisaje, 8 en hidrología, 4 geomorfología, 6 sociales y 9 en legales o normativos. No se obtuvieron impactos moderadamente significativos ni significativos propiamente, causando molestias a la población, autoridades, generación de impactos residuales o acumulativos tanto en el área de proyecto como en el área de influencia y en la CHF o SAR.

Sin embargo, se prevé que el Proyecto coadyuve al sostenimiento de la demanda de energía eléctrica que requerirá el aumento en la demanda por parte de la población y el sector industrial y de servicios en la localidad. Asímismo, el Proyecto, contribuirá con la generación de empleos temporales y permanentes tanto para las localidades de El Marqués y Colón (Querétaro), así como para los habitantes de poblaciones aledañas. Contribuirá a la demanda de divisas por turismo, así como la conservación y mejora del estilo y calidad de vida en la población.

El escenario ambiental a futuro con el desarrollo del Proyecto dentro del SAR, AI y AP definidos, sin medidas ocasionará impactos ambientales adversos principalmente en su etapa constructiva a los individuos de flora y fauna silvestre que perderían parte de su hábitat al desaparecer en una superficie de **4.9302 ha**. Se rompería parte de la estructura geomorfológica y del suelo con los cuales se afectan en cierto grado los balances climáticos e hídricos. En la etapa operativa cambiará el paisaje y se contribuirá a disminuir la calidad del aire en la región.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Considerando los aspectos que se caraterizan para los "Escenario 1 y 2" basado principalmete en los criterios o estrategías de las politicas señaladas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 2022. Para el **Escenario 3,** una forma de contrarestar los aspectos de las actividades y obras que podrían poner en riesgo los recursos naturales que se caracterizan para la zona clasificada como "zona forestal" de la que forman parte la CHF o SAR, se le establecen condiciones de cumplimiento ambiental para los proyectos que son vinculates como es el caso del Proyecto **Línea de transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA**, el cual para su desarrollo debe cumplir, además de las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VII lo siguiente:

Estrategias ecológicas (EST) de la UGA´s **133, 137 y 143**

Clave	Descripción	Vinculación
	Estrategias Generales	
EG01	Actualizar la normatividad aplicable en materia ambiental y urbana para dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo de acuerdo a las políticas ambientales aptitudes y vocaciones del suelo, establecido en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	*Nos damos por enterado y se verificaran mes por mes los cambios de las leyes, normas y reglamentos en materia ambiental para su pronta aplicación*
EG02	Generar y operar el programa estatal y los programas municipales para la prevención, gestión integral y que incorporen tos principios de la economía circular de los residuos en el estado de Querétaro de acuerdo a la legislación aplicable.	*Se realizara y ejecutara un programa de manejo integral de residuos anexo a este estudio garantizando el control y prevención de la contaminación de suelos, agua y atmosfera*
EG03	Implementar programas para la captación, almacenamiento, y aprovechamiento de agua de lluvia, así como de tratamiento y reutilización de aguas residuales.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EG04	Restringir la disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en sistemas ríos y cuerpos de agua.	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EGOS	Regular y actualizar el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos o, en su defecto, un sitio de transferencia de residuos.	*Los residuos generados durante el proceso de construcción de la obra serán manejados y dispuestos donde la autoridad municipal local lo determine y se aplicara un programa de manejo de residuos anexo a este estudio*

Clave	Descripción	Vinculación
EG06	Diseñar aplicar Programas de Educación Ambiental Estatal y Municipal, enfocados a la problemática ambiental identificada en la Agenda Ambiental del ordenamiento ecológico que corresponda.	*Se realizarán y ejecutarán platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio*
EG07	Promover una cultura de denuncia de los delitos ambientales ante las autoridades competentes; así como promover un Programa de Vigilancia Comunitaria que permita la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales; la tala clandestina la caza furtiva la extracción ilegal de vida silvestre y materiales Pétreos.	*Se realizarán y ejecutarán platicas, cursos de concienciación ambiental y la protección al medio ambiental y ecología a todo el personal que labore en la construcción del proyecto, y se anexa un programa de ejecución del mismo en este estudio, así mismo se establecerá un reglamento y sanciones ambientales*
EG08	Promover la creación y aplicación de un Programa Estatal de Prevención y Combate de incendios Forestales con ayuda de los municipios y la federación.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el combate de incendios forestales a través de la CONAFOR*
EG09	Promover la expansión de cobertura vegetal en !as áreas urbanas y periurbanas, el pago por servicios ambientales. forestaciones y reforestaciones come acciones de descarbonización del Estado de Querétaro.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el de servicios ambientales a través de la CONAFOR y se ejecutara un programa de rescate de flora y reforestación con especies nativas*
EG10	Promover la creación y aplicación de programas para mantener y mejorar los procesos de conservación y aprovechamiento de recursos naturales en territorios indígenas respetando usos y costumbres.	*No se afectarán territorios indígenas en el trazo de la obra en estudio*
EG11	Promover y apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de la contaminación.	*Los diferentes programas de compensación de suelos, agua y de rescate de flora y fauna se ejecutan con ayuda de personal local de las comunidades y en predios de ellos mismos que estén de acuerdo en su ejecución*
EG12	Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*

Clave	Descripción	Vinculación
EG13	Regular y desincentivar la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como en zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, zonas arqueológicas e históricas, áreas naturales protegidas, zonas de conservación, restauración y de riesgo.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG14	Implementar un programa permanente de difusión y sociabilización del POEREO, dirigido a la sociedad y los diferentes sectores e instancias gubernamentales.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG15	Promover la creación o actualización de los Atlas de Riesgo municipales.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG16	Promover el fortalecimiento de los recursos humanos, técnicos, tecnológicos y de infraestructura de los municipios y las dependencias encargadas del cumplimiento de los objetivos relacionados con el medio ambiente y el logro de las metas establecidas en el programa.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG17	Crear un fondo o fideicomiso ambiental que permita captaros pagos económicos derivados de las obras y acciones que impactan al medio ambiente para destinarlos a programas, proyectos y estudios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales,	*Esta acción no aplica al proyecto*
EG18	Promover convenios y acuerdos con universidades y centros de investigación para generar estudios o proyectos de investigación, difusión y divulgación que contribuyan a la generación de instrumentos de política ambiental o al conocimiento general del acervo natural del estado para la toma de decisiones enfocadas a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos del territorio.	*Esta acción no aplica al proyecto*
Estrategias de Protección y Conservación		
EPC01	Promover la declaratoria de las UGA de protección como áreas Naturales Protegidas de carácter federal estatal municipal bajo los supuestos del Código Ambiental del Estado de Querétaro.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC02	Incentivar que el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de los recursos naturales de la UGA, sea a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o cualquier otro instrumento formal de conservación. Estos pueden ser: los Programas de Manejo de áreas Naturales Protegidas, los Programas de Manejo Forestal, los Programas Rectores de Microcuencas o los Programas de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos y reglas de operación que tienen estos instrumentos.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC03	Establecer un programa de monitoreo de la biodiversidad y de los ecosistemas que sirva de base para contar con información suficiente para la implementación de proyectos y acciones específicas de protección conservación restauración o aprovechamiento de los recursos naturales.	*Esta acción no aplica al proyecto, sin embargo se dará seguimiento y monitoreo a los diferentes programa a ejecutar derivados del proyecto en estudio por el tiempo que la autoridad ambiental determine*

Clave	Descripción	Vinculación
EPC04	Implementar programas o proyectos que aseguren la conservación de la vegetación nativa y el funcionamiento de los procesos ecológicos de los ecosistemas.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
EPC05	Implementar programas que promuevan el turismo alternativo de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-culturales de la zona, vinculando a la población con el cuidado, manejo y prestación de servicios turísticos de bajo impacto en el territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de turismo alternativo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EPC06	Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas, provenientes de actividades humanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EPC07	Implementar programas o proyectos enfocados en la conservación y la restauración del suelo.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
EPC08	Implementar programas o proyectos para el manejo y control del pastoreo extensivo, con especial atención en áreas erosionadas y ecosistemas frágiles.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo y control del pastoreo extensivo, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EPC09	Crear un programa o proyectos para colocar señalética en las áreas de protección, conservación y restauración sobre temas de la historia, conservación, aspectos bióticos, información restrictiva y servicios ambientales de éstas áreas.	*En todas las zonas donde se ejecuten los diferentes programas de compensación y de mitigación se dispondrá de letreros y carteles alusivos a la protección y conservación de la biodiversidad y del medio ambiente*
EPC10	Promover la conformación de un fondo o fideicomiso ambiental que permita la implementación de acciones y proyectos orientados a las UGA con actividades de conservación, protección y restauración.	*Esta acción no aplica al proyecto*
EPC11	Fomentar el establecimiento de viveros regionales de especies nativas.	*Esta acción no aplica al proyecto, las plantas a utilizare en la reforestación serán adquiridas de viveros locales por que a través de ellos se motivara esta actividad*

Clave	Descripción	Vinculación
EPC12	Promover la protección y conservación a través de la elaboración de un programa para el pago por servicios ambientales a los propietarios y/o poseedores de predios con vegetación forestal, que proporcionen servicios ambientales.	*Se realizará un pago el Fondo forestal Mexicano derivado de la autorización de cambio de uso de suelo en donde parte del dinero proporcionado será para el de servicios ambientales a través de la CONAFOR y se ejecutara un programa de rescate de flora y reforestación con especies nativas*
EPC13	Implementar un programa que evite la introducción o liberación de especies exóticas en el estado con especial atención a los hábitats y ecosistemas acuáticos.	*Se tiene prohibido la captura, liberación e introducción de especies en los hábitat naturales, los cuales serán regulados por un reglamento interno donde se sancionara a quien lo realice en su caso*
EPC14	Promover un programa para identificar y proteger la integridad biótica y calidad de agua de los manantiales.	*El proyecto no cruza o afectara cuerpos de agua permanentes, el proyecto se trata de transmisión de energía eléctrica de forma área por medio de estructuras de acero, sin embargo al realizar el cambio de uso de suelo (desmonte de reducirá la infiltración del agua de lluvias a los acuíferos y se incrementara la erosión, para lo cual se ejecutaran obras de conservación de suelos y agua, propuestas en un programa anexo a este estudio*
EPC S	Implementar un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades ecoturísticas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EPC16	Promover a través de los municipios, la creación de un programa de manejo de fauna feral y un sistema de registros de mascotas consideradas como 'especies exóticas'.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de manejo de fauna feral y un sistema de registros de mascotas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Estrategias de Restauración		
ER01	Promover la recuperación y restauración de los sitios de minería metálica y no metálica que ya cumplieron con sus metas de aprovechamiento.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de sitios de minería metálica y no metálica, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER02	Crear programas o proyectos de reforestación con especies nativas dela región, con especial atención a UGA de restauración zonas perturbadas, erosionadas, barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presentan pendientes mayores al 15%.	*Se realizará una reforestación cuando menos la superficie afectada con el cambio de uso de suelo del proyecto en áreas cercanas al proyecto y con especies nativas, además de rescate de flora silvestre derivado del desmonte del proyecto*

Clave	Descripción	Vinculación
ER03	Promover la implementación de estudios técnicos que establezcan el estado de degradación del medio ambiente, alternativas para la restauración e indicadores que permitan monitorear el desarrollo delas acciones implementadas para la restauración ambiental.	*Se realizará para este proyecto un estudio técnico justificativo para cambio de uso de suelo en terreno forestal, el cual será evaluado y autorizado por la SEMARNAT, donde se integran datos de indicadores y monitoreo de actividades de restauración*
ER04	Ejecutar programas para el establecimiento de prácticas bioingenieriles de manejo de agua y preservación de suelo, para el control de la erosión hídrica y evitar el avance de la desertificación.	*Se implementará un programa de restauración y conservación de suelos (erosión eólica e hídrica) así como de obras de infiltración, en el anexo de este estudios se presenta tal programa con los lugares y tipos de obras propuestas , así como un programa de rescate de flora y de reforestación con especies nativas, anexos a este estudio*
ER05	Fomentar el aprovechamiento sustentable con un uso eficiente de los recursos naturales e identificar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales, que permitan frenar el deterioro ambiental congruentes con la vocación del sitio y la disponibilidad de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento sustentable, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER06	Promover la exclusión de ganado en las zonas de restauración de áreas erosionadas y de zonas que hayan sido recién reforestadas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de exclusión de ganado, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
ER07	Controlar y vigilar la extracción de recursos naturales y las acciones de mitigación de impacto ambiental de acuerdo a las autorizaciones legales vigentes.	*Derivado de los resultados del DTU de este proyecto se establecerán las bases para llevar un control y vigilar a través de un supervisor de la obra el derribo, y extracción del rescate de flora y fauna silvestre durante el proceso de construcción de la obra*
Estrategias de Aprovechamiento Sustentable		
EAS01	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir los procesos de resiliencia del agrosistema.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de estudios técnicos agroecológicos, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS02	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS03	Promover la reconversión productiva de las prácticas agropecuarias en terrenos de vocación forestal, a sistemas de agroforestería, agrosilvopastoriles o forestales, que reduzcan el impacto sobre los recursos v promuevan actividades con mayor valor productivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Clave	Descripción	Vinculación
EAS04	Estimularla producción agrícola rotativa en parceladas abandonadas y recuperar su productividad con especies variadas tradicionales y regionales evitando los monocultivos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS05	Implementar programas de prevención y control de plagas y patógenos con acciones fitosanitarias y biológicas.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades* de prevención y control de plagas y patógenos*, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS06	Impulsar y fomentar y articular acciones que incentiven el consumo de productos agrícolas y pecuarios de pequeños, medianos y grandes productores locales, mediante la conformación de cooperativas, cadenas productivas o esquemas económicos alternativos.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS07	Identificar y fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales y congruentes con la vocación social económica y natural del sitio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias y pecuarios, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS08	Promover la recuperación de la producción agrícola de superficies parceladas en abandono.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS09	Promover acciones que permitan optimizar el uso del agua para actividades productivas industriales y domésticas, de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga,	*Durante el proceso de construcción y operación del proyecto no se utilizara agua residual o descargas de agua a bienes nacionales. El agua a utilizarse será adquirida de expendios comerciales*
EAS10	Promover la regularización de la actividad minera por tipo de aprovechamiento, así como fomentar la compensación v restauración ambiental.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades mineras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS11	Regular que todos los bancos de extracción de materiales, una vez que se termine su explotación, cuenten con licencia de banco de tiro y aseguren su restauración.	*El proyecto en estudio se trata de obras eléctricas, la cual durante la construcción será necesario la compra de material pétreo, el cual será adquirido de casas comerciales o de bancos de material debidamente acreditados y autorizados para su explotación y aprovechamiento.*
EAS12	Vigilar que los talleres artesanales y empresas tabiqueras cumplan con medidas de prevención y disminución de emisión de partículas de polvo, humo, ruido, vibraciones y demás impactos potenciales que puedan generar problemas que afecten al ambiente a la salud de los trabajadores y/o cause molestias a la población	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de talleres artesanales y empresas tabiqueras, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS13	Impulsar el manejo y aprovechamiento del estiércol y otros residuos orgánicos, derivado de las actividades pecuarias para la generación de bioenergía y fertilizantes.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le*

Clave	Descripción	Vinculación
		es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.
EAS14	Promover programas para el aprovechamiento piscícola comercial recreativo y deportivo.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de aprovechamiento piscícola comercial, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS15	Fomentar programas de apoyo que promuevan la apicultura sustentable del territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de la apicultura, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EAS16	Apoyar obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para cultivos, mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, con un enfoque integral y preventivo o aquellas, que permitan a los productores rurales desarrollar sus actividades con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades agropecuarias, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
Estrategias de Desarrollo Urbano		
EDU01	Promover que los criterios de regulación ecológica del ordenamiento ecológico, se incorporen al desarrollo de las actividades urbanas, para garantizar la sustentabilidad en los centros de población definidos en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes en el territorio.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades en zonas urbanas, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU02	Promover estudios y proyectos de investigación en los centros de población para valorizar los elementos naturales y los servicios ambientales que proporcionan; para la generación de acciones particulares para su protección, conservación, restauración y aprovechamiento	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de investigación en los centros de población, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU03	Desincentivar los asentamientos irregulares y su establecimiento en zonas de riesgo, así como en zonas que no tengan bases técnicas y jurídicas para justificar ambiental y socioculturalmente su ubicación	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de asentamientos irregulares, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU04	Consolidar los objetivos de los programas de desarrollo urbano, incentivando la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de desarrollo urbano, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU05	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se cuente con sistemas que garanticen la eficiencia del aprovechamiento del agua y con sistemas de drenaje independientes para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras para su reutilización.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU06	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se utilicen especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, y la creación de parques y jardines.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*
EDU07	Sociabilizar los instrumentos de desarrollo urbano, para que la población tenga pleno conocimiento de los límites permitidos para el desarrollo de proyectos urbanos y promover su observancia y cumplimiento.	*La ejecución del proyecto no promueve nuevos desarrollos urbanos , por lo que no*

Clave	Descripción	Vinculación
		le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.
EDU08	Promover programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas	*La ejecución del proyecto no promueve actividades de mejoramiento de vivienda rural, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.*

Con base en la evaluación de los impactos ambientales presentada en el Capítulo V, es importante concluir que en términos generales el mayor número de impactos o interacciones se clasifican como bajos con 89 (LT), moderados con 46 (LT) y 8 (LT) altos; la mayor cantidad de impactos se concentran en el factor Atmósfera, suelo, fauna y vegetación, en términos generales estos impactos será mitigados, prevenidos y minimizables su afectación dentro del ecosistema, por la implementación y ejecución y aplicación de los distintos programas de control, preservación, capacitación y concientización del personal así como de la verificación y supervisión de los agentes de perturbación directa o indirecta que se presente asociado a la ejecución de una actividad o una etapa del proyecto.

Las obras civiles durante la etapa constructiva no demandan del establecimiento de infraestructura urbana adicional, la cual generalmente es causante de impactos adicionales que se relacionan con la afectación a la infraestructura urbana por el movimiento de materiales para la construcción. Aunque el AP corresponde a un espacio con uso de suelo vegetación de selva baja caducifolia, en donde se hará remoción de la vegetación, por lo que se verá afectada la fauna, con el fin de mitigar el impacto se realizarán actividades de rescate y reubicación, así como la concientización del personal que labore en la obra mediante pláticas con la finalidad de no dañar a los individuos de fauna silvestre que pudieran encontrarse. Con las medidas planteadas se espera evitar que el Proyecto incida sobre la pérdida de ejemplares de fauna silvestre.

Los efectos ocasionados durante la Preparación del Sitio y Construcción se consideran en su mayoría puntuales. Los principales impactos adversos de obras para la transformación de energía eléctrica mediante el uso de tranformadores en ocasiones recaen principalmente en los factores; paisaje, fauna y flora. Lo cual ocurre en menor medida con el Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, debido a que éste sera una obra automatizada donde opera de manera automatica.

VIII.4. Pronóstico ambiental

La CHF o SAR se caracteriza por estar sujeto a una constante presión por el crecimiento urbano a coste de la reducción de los terrenos con uso de agricultura y vegetación de selva baja caducifolia (SBC). La predominancia de la industria y el consecuente crecimiento urbano se identifican como los principales agentes de cambio en la CHF. Esta tendencia se prevé que continúe en el futuro inmediato por ubicarse en una zona clasificada dentro del plan de desarrollo como zona habitacional (venta de lotes campestres) según el Programa de Desarrollo Urbano de El Marqués, Querétaro, se desarrolle o no el Proyecto. En cualquier caso, de no concretarse la implementación de la obra requerida se tiene el riesgo de no cubrir la demanda de energía electrica prospectada.

Por otro lado, las medidas de prevención, mitigación y corrección propuesta significarán en cierta forma una garantía de mantenimiento de los recursos que se pierden en una superficie de 4.9302 ha, principalmente de flora y fauna, los programas ambientales que se incluyen como anexos tienen ese proposito lo cual no sería posible en los Escenarios 1 y 2.

En este sentido, se considera que el desarrollo y operación del Proyecto no contribuirá en forma importante a la alteración del ecosistema, pues se ubica cercano a áreas urbanizadas e intervenidas en cierto grado. Asimismo, las superficies requeridas por el Proyecto son reducidas y sus efectos adverosos no alterarán el funcionamiento del SAR o de la CHF definida.

La tendencia del crecimiento urbano se considera inevitable, y con ello cambios en los recursos físicos y bioticos que caracterizan a la CHF, siendo importante la instrumentación y apego a las políticas ambientales establecidas en los instrumentos regulatorios sobre el cambio de uso de suelo. De igual forma, es responsabilidad de las autoridades locales el mejoramiento de otros servicios básicos incluido el manejo y disposición de los residuos. El Proyecto tiene por objeto cubrir las necesidades básicas inmediatas de suministro eléctrico local (habitacional) y regional de la Industria, promoviendo la distribución eficiente y confiable del fluido eléctrico.

En las distintas unidades espaciales en que se ha realizado el análisis de información tanto bibliográfica, documental y de campo se identifica que el Proyecto responde a la necesidad inmediata de satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región sin menoscabo en la calidad ambiental de la misma. Al estar rebasada la demanda del servicio de suministro eléctrico, se pone en riesgo la actividad industrial y de servicios de la región, así como de las actividades cotidianas de la población.

VIII.5. Evaluación de alternativas

El predio propuesto para instalar el Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, es un predio o terreno adquido por parte de la Comisión Federal de Electricidad y la promovente, por lo que fue la única alternativa (figuras VIII.1 y 2) posible para realizar el Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, no se requirió realizar otros procesos o técnicas de evaluación de sitios alternativos.

De acuerdo con el análisis de las tendencias de posibles escenarios futuros, donde se consideró en primer término un escenario sin Proyecto, seguido por otro escenario con Proyecto y, finalmente, un escenario con Proyecto y sus medidas de mitigación, son aspectos que en cierta forma determinaron la relevancia de reforzar el servicio eléctrico en la región.

Otras justificaciones para la implementación del Proyecto en el sitio proupuesto es que su diseño se consideró el uso de nuevas tecnologías, que fueran amigables con el ambiente. Asimismo, los procedimientos constructivos y operativos están considerados para minimizar los impactos ambientales adversos que se pudieran generar durante las diversas etapas de éste. Por ello se buscó que el Proyecto no provocará algún desequilibrio ecológico en los procesos naturales de los factores ambientales de la CHF, y previendo los impactos ambientales que se generarían se consideró la implementación de medidas ambientales para la prevención, mitigación, compensación y seguimiento de los impactos adversos identificados que permitirán que el Proyecto no pierda su compatibilidad con el entorno.

Otras de las razones para el desarrollo del proyecto en el sitio propuesto fueron las siguientes:

- El Proyecto afecta o interviene algún hábitat natural de especies de flora bajo algún estatus establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tenga algún valor extraordinario científico y/o cultural, la cual es una especie de flora enlistada como de protección especial (Pr) sin embargo es una especie ampliamente distribuida en la zona. Con respecto a la fauna, en el área proyecto se registraron dos especies que se encuentran en dicha norma, del grupo de los reptiles, una endémica y otra bajo Protección especial (Pr) para el caso de aves, en ambos caso para garantizar la permanencia de dichas especies se aplicaran programas de rescate.
- El Proyecto posee tecnología de punta y de alta eficiencia con operación automatizada.
- Se da cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y con la regulación de uso de suelo en la región.

- La inclusión del Proyecto en el sitio propuesto no conlleva un incremento en el nivel de deterioro del Sistema Ambiental Regional o Cuenca Hidrográfica Forestal.
- El área del proyecto no se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas y la actividad propia de este no tendrá efectos sinérgicos y/o acumulativos sobre estas.
- El predio donde se pretende ubicar el proyecto no cuenta con valores culturales o estéticos-paisajísticos extraordinarios.
- El proyecto no se ubica dentro de áreas de restauración ecológica.

Con base en lo anterior, el desarrollo del Proyecto se estimó ambientalmente viable desde la perspectiva considerada en el presente Documento Técnico Unificado, modalidad B - Regional, dado que el balance impacto-desarrollo se asume como positivo, siempre y cuando el mismo se ejecute bajo el contexto presentado, sin pasar por alto las medidas preventivas, de mitigación, seguimiento y/o compensación que se proponen.

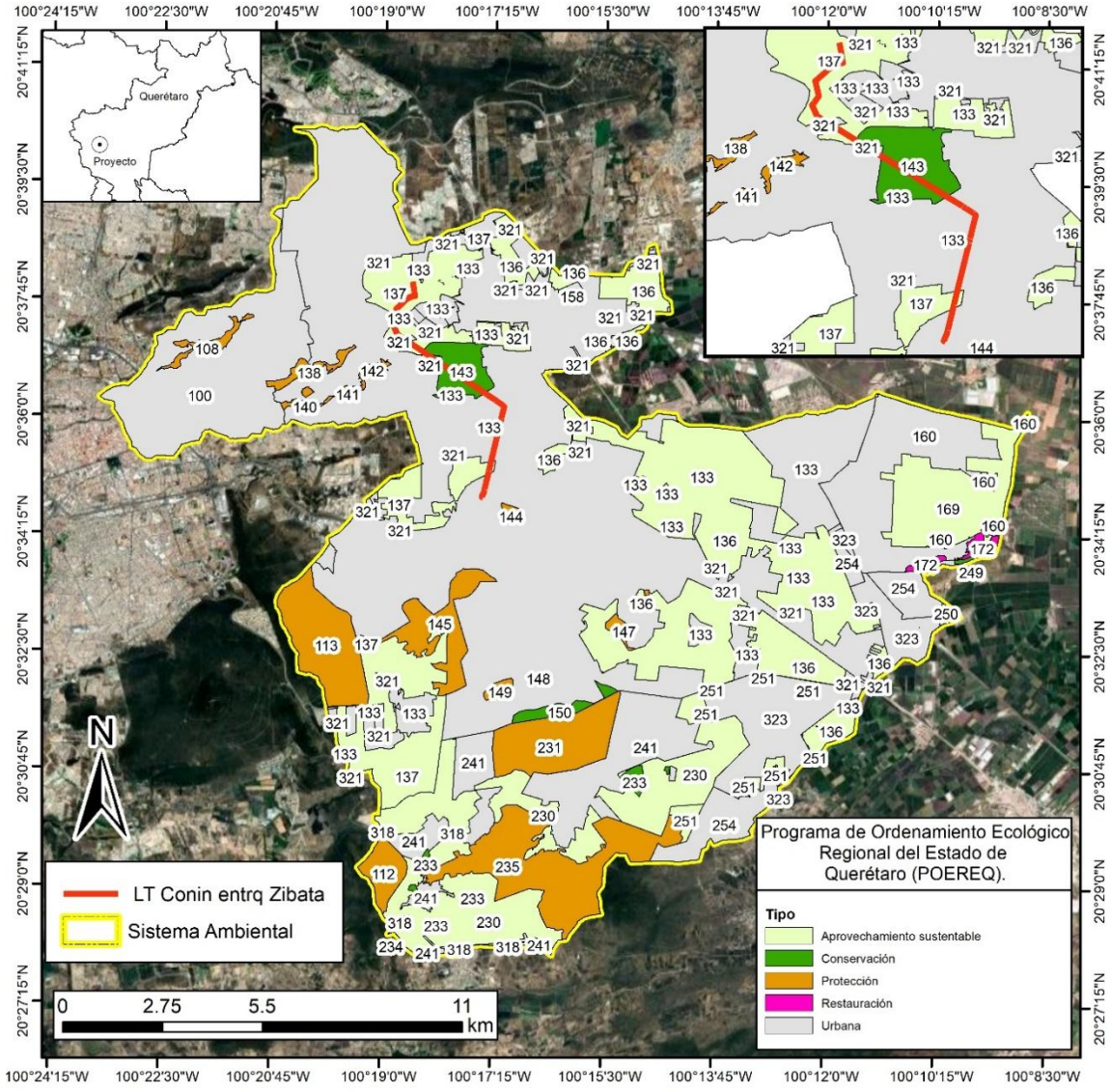


Figura VIII.1. Ubicación del sitio seleccionado como alternativa unica para el Proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA, dentro de las UGA´s 133, 137 y 143 del POEREQ

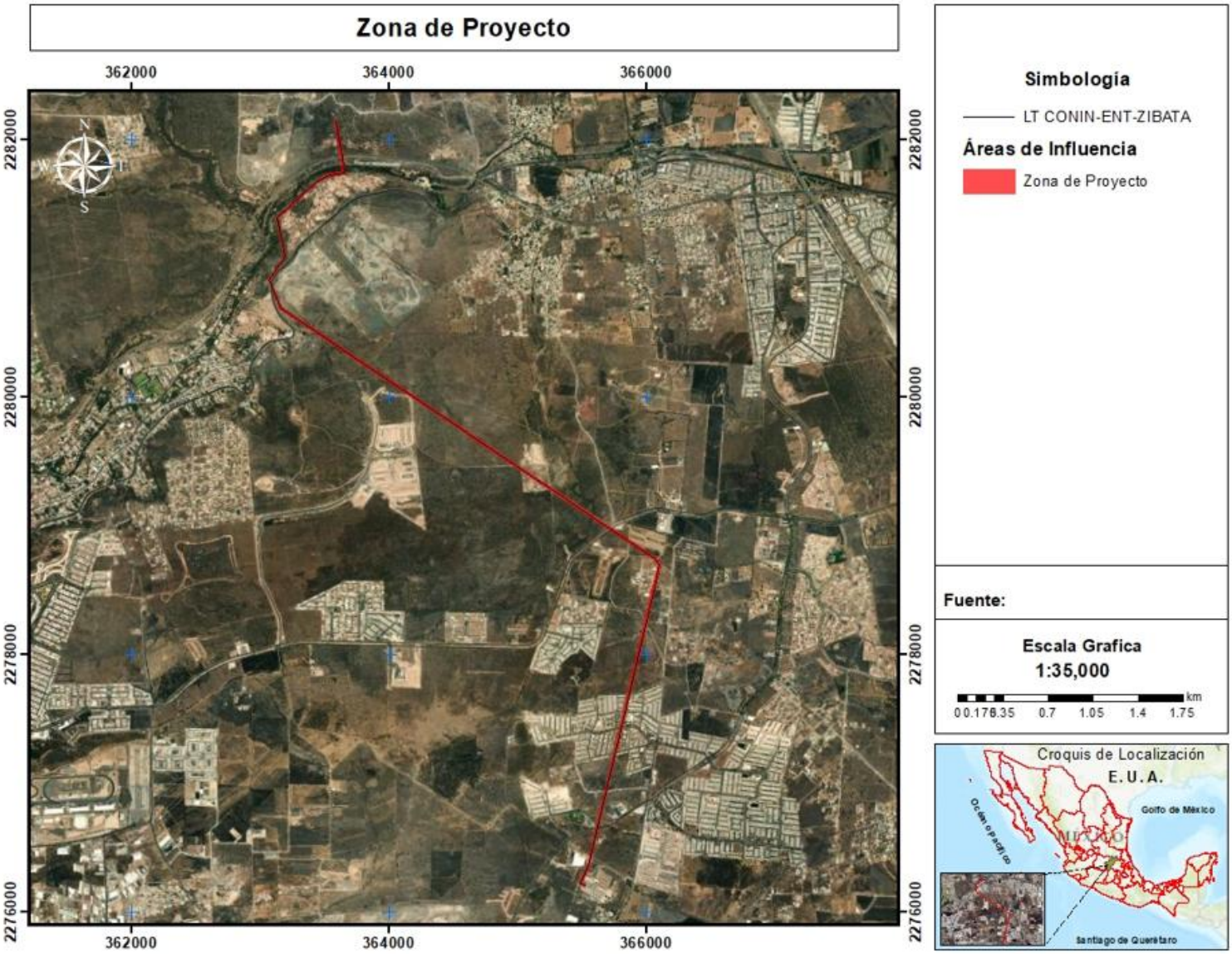


Figura VIII.2. Ilustración de los aspectos del proyecto como única alternativa para el proyecto Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA



CAPÍTULO IX

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Contenido

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 2

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 2
ANÁLISIS CLIMÁTICO, TOPOGRÁFICO, EDAFOLÓGICO E HIDROLÓGICO: 2
ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO: 3
PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS TEMATICOS 3
PARA LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO 3
PARA LA ESTIMACION DE PERDIDA DE SUELO 8
PARA MUESTREO DE FLORA 9
CALCULO DE VOLUMENES DE VEGETACION FORESTAL 11

PARA MUESTREO FAUNA SILVESTRE 11
Aves 16
Mastofauna 16
Anfibios y reptiles 16

PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN: 17
IX.1 Presentación de la información 17
IX.1.1 Cartografía. 17
IX.1.2 Fotografías 18
IX.1.3 Otros anexos 18
IX.1.4 Memorias de Calculo 19

IX.1.5 Bibliografía utilizada 20
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 20
CAPÍTULO III 20
CAPÍTULO IV 21
CAPÍTULO V 30

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

La identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustenta el contenido de cada uno de los capítulos que conforman el Documento Técnico Unificado del trámite de cambio de uso de suelo de suelo Forestal, Modalidad B-Regional, del proyecto "Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA" se incluyen en los diferentes capítulos asociados.

Cabe destacar que se emplearon las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, recurriendo al mayor uso de la información disponible en diferentes medios, y así como a la registrada en campo la cual se obtuvo siguiendo los procedimientos técnicos recomendados por varios autores.

De acuerdo con la experiencia que se ha logrado en más de 20 años con proyectos del sector eléctrico en materia de impacto ambiental, entre otros, se puede decir que las medidas de prevención y mitigación sugeridas en el Capítulo VII son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

A continuación, se incluyen los aspectos específicos asociados con el DTU-BR desarrollado.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El elemento base para desarrollo del presente documento, fue el Instructivo de la SEMARNAT denominado elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-Regional se determinó la significancia de los impactos ambientales mediante la metodología de Bojórquez y Tapia (1988), la cual considera en su algoritmo de calificación tanto criterios básicos (magnitud, extensión y duración) como complementarios (sinergia, acumulación y controversia), así como a las medidas de mitigación.

ANÁLISIS CLIMÁTICO, TOPOGRÁFICO, EDAFOLÓGICO E HIDROLÓGICO:

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto en estudio. Asimismo, se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), "Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen".

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido del proyecto.

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO:

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda XIV (2020) del estado de Querétaro, editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), además de información específica realizada por el gobierno de dicho estado, la cual fue consultada directamente en la página oficial en Internet (www.queretaro.gob.mx).

PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS TEMATICOS

Los planos que se presentan en el estudio de Determinación de Tramite Unificado (DTU), fueron elaborados en base a la cartografía de INEGI, 2018 y para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

PARA LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO

El balance climático para la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental regional) se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), citado en Velázquez, *et. al.* 1997, Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo; a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

- Índice de calor:

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

- **Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):**

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{(0.000000675*ICA^3 - 0.0000771*ICA^2 + 0.01792*ICA + 0.49239)}$$

Dónde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA =Índice de Calor Anual.

- **Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):**

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

- **Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):**

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. HA = 0 y PR < EP, entonces: MH=0
2. HA = 0, HA<10 y PR >EP, entonces: MH = PR – EP (hasta un máximo de 10 cm)
3. HA > 0 y PR < EP, entonces: MH = EP-PR (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

- **Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):**

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes. Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

- **Demasía de agua en cm (DA):**

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el valor absoluto del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

- **Evapotranspiración real en cm (ER):**

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.

La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).
2. Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
3. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si PR < EP, ER = PR + MH.

- **Deficiencia de agua en cm (DE):**

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

- **Escurrimiento en cm (E):**

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Dónde:

DAN = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

- **Relación pluvial:**

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Dónde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

- **Índice de humedad en % (IH):**

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100\ x\ DAA}{EPA}$$

Dónde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice de aridez en % (IA):**

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100\ x\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice pluvial en % (IP):**

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100\ DAA - 60\ DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

- **Concentración térmica en el verano en % (CT):**

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100\ x\ \sum EPN}{EPA}$$

Dónde:

EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

PARA LA ESTIMACION DE PERDIDA DE SUELO

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas. Con la finalidad de estimar la erosión del suelo en condiciones actuales para el o los predios donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo del proyecto denominado "Línea de Línea de Transmisión (LT) Conín Entronque Campanario-ZIBATA", se empleó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Para realizar los cálculos de la erosión se siguió la metodología descrita por Uribe (2012) en su tesis titulada Estimación de la erosión hídrica y recomendaciones para la conservación de suelos.

Esta ecuación estima las pérdidas de suelo anuales, como valor promedio de un período 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.

$$\mathbf{E} = \mathbf{R} \times \mathbf{K} \times \mathbf{LS} \times \mathbf{C} \times \mathbf{P}$$

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea al año (toneladas/ha, año).
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha (Megajoules/hectárea) mm/hr (milímetros/hora).
K = Erosionabilidad del suelo.
LS = Longitud y grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E} = \mathbf{R} \times \mathbf{K} \times \mathbf{LS}$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación Ep = R*K*LS que considera los factores inmodificables R, K, L y S.

Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar C y P.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables, Wiscmeier y Smith (1978) ó FAO (1980) por mencionar algunas;

sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria.

PARA MUESTREO DE FLORA

En el capítulo IV, se presenta el listado florístico general de las especies citadas en la bibliografía y las registradas en el campo, usos generales y forma de vida. La lista se cotejó con la lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, a fin de conocer aquellas especies que se registran con estatus de protección. Se determinó sólo una comunidad vegetal.

Para obtener la información florística se efectuó un muestreo y el registro intensivo a lo largo del predio del proyecto de las especies vegetales presentes. La determinación (nombre científico) de las especies registradas fue realizada por personal técnico botánico de la consultoría ambiental.

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad vegetal que se distribuyen tanto en la cuenca hidrográfica (unidad de analisis o sistema ambiental), así como en el predio donde se ubicará el Proyecto, mediante el método de Müller-Dombois y Ellenberg (1974), en el cual se indica realizar un diseño de muestro, el cual consistió en lo siguiente:

Para la medición de los parámetros estructurales de la comunidad vegetal del área del proyecto, se realizaron una salida de campo y se obtuvo información bibliográfica sobre el tema de trabajos realizados para la zona. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva buscando información sobre la vegetación de la región, con la finalidad de obtener un listado preliminar de la zona de trabajo. También se consultaron colecciones botánicas de herbario con el fin de realizar algunas identificaciones de las especies colectadas en campo. El sistema de muestreo utilizado fue el estratificado, y se realizaron 06 sitios para la cuenca hidrográfia y conteo directo para el área del proyecto, cada uno de 500 m² circulares y 01 rectangular de 100 m^2, en unidades establecidas con uno o varios factores determinados, como son los lugares que todavía presentan vegetación. De cada sitio de muestreo se obtuvo la posición geográfica expresada en coordenadas UTM, la cual se realizó con un GPS Garmin eTrexVenture.

a) De acuerdo a la clasificación de INEGI, serie VII, a fotointerpretación y visitas de campo, se definió una comunidad vegetal en el área del proyecto y se establecieron sitios de muestreo de dimensiones fijas distribuidos de manera de tener lo mejor

representada esta comunidad vegetal en su estructura y composición así como sus condiciones ecológicas.

b) En cada sitio de muestreo se hicieron recorridos con el fin seleccionar (método selectivo) los sitios menos alterados y así establecer la parcela de muestreo.

c) Se determinó realizar parcelas circulares de 12.61 m de longitud de radio (500 m² =00-05-00 ha) y una de 20 x 5 m (100 m^2) rectangilar, debido al gradiente topográfico del terreno que existe en el área para medir a todos los individuos de aspecto alto, medio, bajo, helechos, herbáceos y epifitas.

d) En cada parcela se registro nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos, su cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.

e) Trabajo de gabinete. Se identificaron las especies y se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad como: densidad de plantas por hectárea, cobertura de cada comunidad vegetal con el fin de obtener los volúmenes de cada especie mediante la suma de los parámetros relativos para su descripción de la comunidad vegetal.

El tipo de vegetación fue diferenciado con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en el criterio de INEGI.

La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera (tanto para flora como fauna):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especies}}{\text{Total de densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal o cobertura de copa}}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por cada especie}}{\text{Total de dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especia}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Densidad relativa+Dominancia relativa+ Frecuencia relativa}}{3}$$

$$\text{Índice de Dominancia relativa} = \frac{\text{Densidad relativa + Dominancia relativa}}{2}$$

La determinación del índice de Diversidad se utilizó el de Shannon o de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{I=1}^{S} pi \ln pi$$

La determinación del índice de equidad de Pielou:

$$J' = H'/H'max$$

CALCULO DE VOLUMENES DE VEGETACION FORESTAL

Para la determinación de volumen promedio a intervenir, se calculó utilizando algunos modelos o ecuaciones matemáticas aplicables a algunas especies.

De esta manera para las especies de mezquite y retama se utilizó el siguiente modelo matemático, utilizado para el *Prosopis laevigata* (mezquite):

ECUACIÓN PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$$\mathbf{V = (0{,}47506)*(D^2*H)^{(0{,}997374)}}$$

DONDE:

D = DIÁMETRO (m)

H = ALTURA (m)

Otros de los modelos que se aplicaron son por ejemplo, el de Schumacher de Acacias, aplicado para las especies de Huizache, huizache chino, palo dulce, garruño el cual se describe a continuación;

$$V = e^{Bo} * D^{B1} * A^{B2}$$

Donde:

$$B_0 = -9.4755555$$
$$B_1 = 1.9901990$$
$$B_2 = 1.1736680$$

D = Diámetro (cm)
A = Altura (m)
e = Exp = Base de los logaritmos naturales (2.718282)

QUE SUSTITUYENDO NOS DA:
ARBOLES

Vol = Exp (-9.4755555)*(D)^(1.9901990)*(A)^(1.1736680)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
D= Diámetro (cm)
A = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales (2.718282)

Para las especies de Copal, copal blanco, anacua, coyotillo, se aplicó el siguiente modelo matemático, acorde a las características fenológicas arbustivas de las especies:

Vol = Exp (-9.8839+2.245 Ln Db+0.658 Ln Ht)

Donde:
Vol = Volumen en m^3 r. t. a.
Db= Diámetro basal (cm)
Ht = Altura total (m)
Exp =Base de los logaritmos naturales

(2.718282)
Ln = Logaritmo natural del argumento

Para la especie de Granjeno se utilizó su propio modelo matemático elaborado para Granjeno*:*

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Guayacum angustifolia (GUAYACAN) Y *Celtis pallida* (GRANJENO)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0{,}593143)+(0{,}34349)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Para la especie de Condalia se utilizó su propio modelo matemático elaborado para *Condalia hookeri:*

CALCULO DE VOLUMENES PARA
Condalia hookeri (BRASIL)
ECUACION PARA CALCULAR EL VOLUMEN

$V = (0{,}103511)+(0{,}27891)*(D^2*H)$

DONDE:
D = DIAMETRO (cm)
H = ALTURA (m)

Todos estos modelos matemáticos fueron recopilados del estudio de la publicación denominada “Ecuación para calcular el volumen de especies del matorral de la región de Linares N.L. (Villalon, 1989, Facultad de ciencias forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León”.

Para la especie de Palo blanco se utilizó su propio modelo matemático elaborado para duras tropicales de selva baja caducifolia*:*

DURAS CORRIENTES TROPICALES DE SBC

Modelo $V = C_1 + C_2 AD^2 + C_3AD + C_4A + C_5D^2$

Ecuación $V = 0.01686 + 0.56743\ (10^{-4})\ AD^2$

Que sustituyendo nos da:

Árboles

Vol = 0.01686 + 0.56743(10^-4)(A)(D^2)

Donde:

Vol = Volumen en m^3 r. t. a.

D= Diámetro (cm)

A = Altura total (m)

Para la especie de Chamiso, Montanoa, Cinco negritos, Aloysia, Caratacua, forestiera, Peisto, Viejo o carrasquilla, dalea, Pie de paloma, tiangis, hierba de ángel se utilizó su propio modelo matemático elaborado para arbustos xerófilos*:*

Arbustos xerófilos

Vol =1.37549*(ϕ^2*h)^1.42384

Donde:

V= volumen

β= 1.37549

ϕ= diámetro basal

h= altura

p1= 1.42384

Para la estimación del volumen se corre en SAS una regresión lineal (con un conjunto de datos diámetro basal y alturas)
Fuente: Martinez Salvador 2014. Reporte de modelos de volúmenes para especies arbustivas de zonas áridas.

PARA MUESTREO FAUNA SILVESTRE

El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen. Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la finalidad de integrar un listado preliminar. Posteriormente estas especies se clasificaron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación en *las cuenca y en los sitios de muestreo en el área del proyecto*. Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además con la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron estadísticamente.

A continuación, se describe la metodología aplicada durante el muestreo de fauna silvestre y los resultados obtenidos, para cada grupo faunístico:

Aves

En el muestreo de aves se realizaron recorridos de observación y la captura de individuos por medio de redes de niebla.

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000), y las guías de audio (Boesman, 2006). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 52 (Chesser et al., 2011). El grado de endemismo corresponde a las categorías propuestas por Howell y Webb (1995): las especies endémicas a México son aquellas cuya distribución geográfica esta circunscrita por los límites políticos del país. Las categorías

de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base a la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

Mastofauna

Se utilizaron distintas técnicas de muestreo para los mamíferos: redes de niebla, trampas Tomahawk, trampas Sherman, cámaras con sensor infrarrojo y búsqueda de huellas y rastros, así como recorridos de observación. Se realizó un muestreo en el SAR y un muestreo en el área del proyecto.

La información de las evidencias de las especies registradas en campo, se contrastaron con dos principales fuentes de información para todos los grupos: la obra de Ceballos, G. y Oliva, G. (2005) y la obra de Villa, B. y Cervantes, F. (2002). Adicionalmente, para órdenes específicos se consultaron obras específicas, como en el caso de quirópteros se emplea la guía de Medellín, R. A. et al (2007); para roedores la obra de Hall (1981) y para la identificación de huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos se consideró Aranda, M. (2000), así como las obras de Burt, W. y Grossenheider, R. (1976) y Whitaker, J. (1996).

Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles se muestrearon a través de recorridos diurnos en los sitios de muestreo de vegetación para los datos de del proyecto, y en el caso de la cuenca en recorridos por las carreteras y caminos de acceso al proyecto, entre las 8:00 y las 22:00; durante estos períodos se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna (sombra de vegetación, hoyos en suelo). También se realizaron muestreos nocturnos, recorriendo por veredas, brechas y apoyados por linternas de mano. Otra técnica utilizada, tanto de día como de noche fue recorrer las brechas y caminos a una velocidad no mayor a los 30 km/h, a fin de detectar a los ejemplares que los cruzaran en tales momentos. La captura de ejemplares durante estos muestreos se realizó manualmente o con la ayuda de lazos para lagartijas o ganchos herpetológicos.

Para la identificación de los individuos se consideran las claves taxonómicas de Casas-Andreu (1979) y diferentes guías de campo y libros (Conant y Collins, 1998; Stebbins, 2003; Lemos-Espinal *et al.,* 2004; Samaniego Herrera *et al.,* 2007; y Lemos-Espinal y Smith, 2008) e internet (CONABIO a través de su plataforma “Naturalista”; revisada en línea entre el 21 y 30 de enero del 2015: http://www.naturalista.mx/). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de la herpetofauna son acordes a la propuesta del American Museum of Natural History y a Uetz, 2014. Las categorías de riesgo en las cuales se ubican las especies se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

Las medidas de mitigación que se propusieron se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V. El diagnóstico ambiental del sitio analizado se hizo a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos. Tomando como criterios específicos para ello, beneficio esperado, etapas en que se requiere, forma de mitigación del impacto, especificaciones para ejecutar la medida, tipo de medida a emplear, clasificación, impacto a mitigar, componente ambiental afectada y el tipo de vegetación.

A continuación, se presentan los anexos que forman parte de este apartado.

IX.1. Presentación de la información

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional y 2 en archivo electrónico.

IX.1.1. Cartografía.

Para la elaboración de la cartografía y análisis geoespacial del proyecto se utiliza el programa ARC GIS

Para la elaboración de la cartografía del DTU-BR, se tomaron como base las cartas topográficas y de uso de suelo y vegetación editadas y publicadas por el INEGI. Escala 1:50 000.

Para su interpretación se utilizaron las Guías para la interpretación cartográfica.

Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

Las fuentes de información que se utilizan son:

INEGI : Datos (inegi.org.mx)

CONABIO: Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad [15,787] - CONABIO

SEMARNAT: SIGEIA (semarnat.gob.mx)

PUEBLOS INDÍGENAS: CDI 2010, Gobierno del estado de Querétaro (El Marqués) y PDU

Se incluyen en el anexo denominado **Cartografía**.

IX.1.2 Fotografías

Se tomaron evidencias fotográficas del estado que guarda el área de estudio relacionados con fauna y vegetación con el fin de soportar la información que se manifiesta en el documento. El software utilizado para la edición del anexo fueron Paint Brush, Microsoft PowerPoint y Microsoft Word versión 2005.

Se incluye el anexo fotográfico de los siguientes aspectos, entre paréntesis el nombre del archivo donde se desarrolla la información:

- Fauna silvestre (.ppt)
- Flora (.ppt)
- Vista general del predio (fotografico-predio-.ppt)
- Forestal (FOTOS-INV-FORESTAL-.ppt)

IX.1.3 Otros anexos

Se incluyen los siguientes documentos destacando entre paréntesis el nombre del archivo que incluye la información:

- Programa de manejo integral de residuos (ANEXO IX.3.C)
- Programa de educación Ambiental (ANEXO IX.3.D)
- Programa específico de las acciones de conservación y protección a la flora y fauna silvestre de la región (ANEXO IX.3.E)
- Programa de rescate de Flora Silvestre (ANEXO IX.3.F)
- Programa de rescate de Fauna Silvestre (ANEXO IX.3.G)
- Programa de Conservación de Suelos y Agua (ANEXO IX.3.H)
- Reglamento Interno en materia ambiental (ANEXO IX.3.I)
- Glosario (ANEXO IX.4)

IX.1.4. Memorias de Calculo

Se incluyen los siguientes documentos:

- Análisis-Balance-Climático
  BALANCE-CLIMATICO-HIDROMETEREOLOGICO-2.xls
- Cálculos-diversidad-fauna
  Cálculos de la fauna de la Cuenca (aves- cuenca.xls, Herptofauna-cuenca.xls, mamíferos-cuenca.xls)
  Cálculos de la fauna – CUSTF (aves-custf.xls, Herptofauna- custf.xls, mamíferos- custf.xls)
- Cálculo de volúmenes
  CALCULO AB SITIOS FORESTALES.xls
  Cálculo del Tamaño de Muestra-1.xls
  CALCULO-FLORA-CUENCA-CUSTF.xls
  ESTIMACIONES VOLUMEN.xls
- Cálculos-diversidad-flora
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-ALTO-CUENCA.xls
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-MEDIO-CUENCA.xls
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-BAJOS-CUENCA.xls
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-HELECHOS-CUENCA.xls
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-EPIFITAS-CUENCA.xls
  INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-HERBACEAS-CUENCA.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-ALTO-CUSTF.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-MEDIO-CUSTF.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-BAJOS-CUSTF.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-HELECHOS-CUSTF.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-EPIFITAS-CUSTF.xls
- INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-BPE-HERBACEAS-CUSTF.xls
- Muestreo Forestal
  ANEXO-IX.4.A-DATOS-CAMPO-MUESTREO-FORESTAL.xls
- Hectáreas
  ANEXO-IX.4.B-HECTAREA-TIPO.xls

IX.1.5. Bibliografía utilizada

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO III

1. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) (04 de mayo de 2021). Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Consultado http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/
2. · Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (04 de mayo de 2021). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/.
3. · Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf
4. · Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
5. · Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf
6. · Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg.
7. · Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
8. · Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y control de la contaminación. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1157/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_prevencion_y_control_de_la_contaminacion_de_la_atmosfera.pdf
9. · Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
10. · Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_311014.pdf
11. · Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

12.· Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (04 de mayo de 2021). Consultado en https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia.

CAPÍTULO IV

13. Agenda Ecológica Federal, 2013. Ediciones fiscales ISEF, S.A. México, D.F.
14. Allen S, D. 2000. National Audubon Society The Sibley Guide to Birds.
15. Álvarez-Castañeda y S.T., Patton J.P. 2000. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
16. González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
17. Guzmán, U, Arias, S, y Dávila, P. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. México, D.F.
18. INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología. Aguascalientes, Aguascalientes.
19. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
20. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
21. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, Aguascalientes.
22. INGEI, 1995. Síntesis Geográfica del Estado de Hgo. Aguascalientes, Aguascalientes.
23. Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
24. National Geographics, 2006. Field Guide to the Birds of North America, Washington, D.C, U.S.A.
25. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para inclusión exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
26. Sibley, D.A. Eleventh Printing, June 2010. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society.
27. Stebbins, R. C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. 215 Park Avenue, New York, New York 10003.
28. Transelec, S.A. 2009. DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
29. Velázquez, R.L, y Gómez, D.J, 1997. Calculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.

30. Propuesta de Guía para elaborar Manifestaciones de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión de 115, 230 y 400 kV., Subdirección de Construcción de C.F.E., 2003.
31. Conant R. and Collins J. 1998. 3ª edition. Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, New York, U.S.A.
32. Gould F. 1978. Common Texas Grasses an Illustrated Guide. Texas A & M University Press. U.S.A. 266 p.
33. Howell S. and Webb S. 1999. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford: University Press.
34. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta uso de suelo y vegetación INEGI. México.
35. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Edafológica, INEGI. México.
36. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica. INEGI. México.
37. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Superficial. INEGI. México.
38. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Subterránea INEGI. México.
39. Ceballos Gerardo. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera Edición, México D.F., 986 P.
40. Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
41. Rzedowski, J., 1986, Vegetación de México, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
42. Rzedowski, J. y Mc. Vauch. R., 1966, La Vegetación de la Nueva Galicia, University Herbarium, University de Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 123 p.
43. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
44. Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton, J.L. 1999. Mamíferos del noroeste de México. La Paz, B.C.S, México.
45. Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología. A.C. 212 pp.
46. Bibby, C.J., N.D. Burguess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, 257 pp.
47. Bell, P y Wright, D. 1987. Rocas y minerales. Guías-Prácticas Omega. Editorial Omega.
48. Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A.
49. Canter, W. L., 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. España. 841 pp.

50. Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México. Limusa, México.
51. Conesa, F. V., 1997, Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
52. Conesa Fdez-Vítora, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
53. Derruau, M. 1966. Geomorfología. Editorial Ariel
54. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
55. Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
56. Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):1-31. México.
57. Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies, Cornegie Museum of Natural History, Special Publications 17:1-73.
58. González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
59. Guerra-Peña, F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México
60. Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, Vol 1 y 2.
61. Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, 849 pp.
62. INEGI. 2010, Tabulados básicos, XII Censo de Población y Vivienda 2010. · INEGI. 2010. II Conteo de población y vivienda 2010, www.inegi.gob.mx
63. Leopold, L. B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circular 645. Washington, D.C. · Lira, I., et.al. 1994. Diccionario de mamíferos. AGT Editor, S.A. México, D.F.
64. Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
65. National Geographic, 2002. Field Guide to the Birds of North America. Washington, D.C., 480 pp.
66. Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
67. Pérez-Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñiz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y CONABIO, 170 pp.
68. Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1994. Aves de México, Guía de Campo, Edit. Diana, S.A. de C.V., 2ª ed. México, 473 pp.
69. SEMARNAT, 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2020.

70. SEMARNAT, 1998. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988.
71. SEMARNAT, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2006.
72. SEMARNAT, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2018.
73. SEMARNAT, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 8 de octubre de 2003.
74. SEMARNAT, 2002. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2002.
75. SSA, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. Diario Oficial de la Federación del 6 de diciembre de 1982.
76. Stebbins, R. C. 1985. Western reptiles and amphibians. 2nd. Ed. Houghton Mifflin Co., USA.
77. Vaughan, T.A., 2000. Mammalogy. Thomson Learning.
78. Villa, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamérica, S: A. de C.V. 140 pp.
79. Whitaker, Jo. O., Jr. 1996. Field guide to Mammals. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York.
80. Sánchez, C. E.A., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cálculo de escurrimiento natural impactado por la anomalía de precipitación promedio de dieciséis modelos de circulación general atmosférica. Septiembre, 2009.
81. Etchevers, B.J.D. et al., Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México, SEMARNAT, INE, CP Y UAch.
82. Ordóñez, J.E.B., 2010. Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. WWF México. Programa Agua
83. Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. “Diversidad y ecología de los Quirópteros en Pakitza”. Pp 593-612. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
84. Avian Power Line interaction Comitte (APLIC), 1994.Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
85. Bernard, E., 2001.“Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon”, Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
86. Bernard, E., 1998. “Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest”. Selbyana, 19: 268-269. in:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.

87. Berthold, P., 1993. Bird migration: a general survey. Oxford University. New York. 239pp.
88. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
89. Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, “An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencies of EIA in Mexico”, Environmental Impact Assessment Review, 18: 217-218, 237.
90. DeGraaf, R., y Rappole, J., 1995. Neotropical migratory bird: natural history, distribution and population. Comstock. Itahaca. 676 pp.
91. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
92. Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
93. Francis, C. M., 1990. “Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia”. Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago
94. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 pp.
95. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
96. Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
97. Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. “The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna”. Pt. 1. Bulletin of the American Museum of Natural History, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
98. ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de Perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.
99. ASCE. 1975. Sedimentation Engineering. Ed. V. A. Vanoni. American Society of civil engineering. Manuals and Reports No. 54. 745 pp.
100. BECERRA, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp.
101. CHEPIL, W.S., and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. Adv. In Agron. 15: 211–302.
102. FAO. 1979. A provisional methodology for soil degradation assesment.

103. FIGUEROA, B. 1975. Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del rio Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
104. FIGUEROA, B., A. AMANTE, H. CORTES, J. PIMENTEL, E. OSUNA, J. RODRIGUEZ y F. MORALES. 1991.Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Edit. SARH-Colegio de Posgraduados. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. México. D. F. 150 pp.
105. FITZ, P., E.A. 1984. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México.
106. FOSTER, G.R. 1982. Modeling the erosion process. In C T Hann, H P Johnson and D L Brakensick (eds), Hydrologic modeling of small watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph 5: 297-380.
107. HUDSON, N. W. 1995. Soil conservation. Third Edition. Batsford London. UK. 391 pp.
108. LANGBEINn W.B and S.A Schumm. 1958. Yield of sedimens in relation to mean annual precipitation. Trnas. Am. Geophys. Union 39:1076-1084.
109. LYLES, L. 1974. Speculation on the effects of wind erosion on productivity. Special Report to task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington D.C. U.S Department of Agriculture. 70 pp.
110. MANNAERTS, C. 1999. Factores de erosión. Módulo 11: Degradación de suelos. ITC. Curso de Postgrado en levantamiento de recursos hídricos. Cochabamba, Bolivia.
111. Ortiz, M. M., Anaya, M. y J. W. Estrada-Berg. 1992. Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Cuaderno de Edafología 19. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 161 pp.
112. SCHOSINSKY , G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- Rev. Geol. Amér. Central, 23: 43-55.
113. SCHOSINSKY , G. 2006: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos mensual. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35; 13-30
114. SEMARNAT-UNAM. 2001. Inventario nacional forestal de la República Mexicana (cobertura digital). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
115. SEMARNAT. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, esc. 1:1 000 000. México, D.F. 146 pp.
116. WILSON S.J y R.U. cooke. 1984. Erosión eólica. En R.J. Kirkby y R.P.C Morgan (eds). Erosión de Suelos. México. Limusa. 277-302 pp.
117. WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.23 246 – 249.

118. CONABIO, 1998. La Diversidad biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 341 pp.
119. CONAFOR. 2010. Servicios ambientales. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales
120.
121. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php.
122. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/parques_nacionales.php
123. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. RAMSAR. http://ramsar.conanp.gob.mx/conanp_hum.php
124. Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 1 de febrero de 2007.
125. Congreso de la Unión. 2012. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2005. Ley General de Desarrollo Social. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
126. Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
127. González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México, Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. SEMARNAT-INE, 2ª ed.
128. Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla. México.753 pp.
129. Medrano G., F., 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
130. Miembro R. A., 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto de Bosques. Limusa. México, D. F.
131. Revista Mexicana de Biodiversidad: Anuales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Series Botánica y Zoología.
132. Rzedowsky, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
133. SEMARNAT, Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales, Volumen 2.
134. SEMARNAT, 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1998.

135. SEMARNAT. 2010 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx.
136. SEMARNAT. 2010. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2019. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México.
137. SEMARNAT. 2011. Convocatoria 2022 para la asignación de apoyos del programa PROARBOL de la Comisión Nacional Forestal. Publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2021.
138. SMN. 2010. Normales climatológicas por estación. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.
139. Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 375p.
140. Bernard, E., 1998. “Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest”. Selbyana, 19: 268-269. in:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
141. Bernard, E., 2001.“Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon”, Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
142. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
143. CNA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma a la Ley publicada 1 dic. 1992) Diario Oficial de la Federación (México MX). Consultado el 25 abr. 2008.
144. CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). 3ª Edición. Zapopan, MX. Comisión Nacional Forestal. 298 p.
145. Cortés T, H. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M.C. México, MX: Colegio de postgraduados. Montecillo.168 pp.
146. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
147. Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
148. FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO. Roma. 86 pp.
149. Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., F. J. y F. Morales (1991), Manual de predicción de

pérdidas de suelo por erosión, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Colegio de Postgraduados–CREZAS, San Luis Potosí, México.

150. Francis, C. M., 1990.“Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia”. Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago
151. Gandía, S; Meliá, J. 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Climatología y desertificación. España. 189-192 Pp.
152. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
153. Leclerc, G., and J. Rodríguez. 1998. “Using a GIS to determine critical areas in the Central Volcanic Cordillera Conservation Area.” En: B.G. Savitsky y T.E. Lacher Jr (Eds.), GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies: Tropical Forest Recovery and Wildlife Management in Costa.
154. Linner EA. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. Occasional papers of the Museum of Natural Science. Louisiana, US. Louisiana State University. may. No. 80.
155. Magurrán, A.E. 2004.Measuring biological biodiversity. USA. Blackwell Publishing.256 p.
156. Manson, R. 2007. Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe final. (en línea) Consultado 25 jun. 2012. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inf_final_ine_rhm_ma nson.pdf
157. Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SP. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
158. Mostacedo, B. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. BO. BOLFOR. Santa Cruz. 87 p.
159. Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
160. Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2003.La venta de servicios ambientales forestales. 2da ed. México, MX. INE. 463 p.
161. SINADES (Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales). 2008. Estrategia nacional de manejo sustentable de tierras frágiles. Versión para consulta. MX. 132 p.
162. Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
163. UNEP (United Nations Environment Programme)-WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. (en línea) Consultado 30 jun. 2012. Disponible en http://www.cites.org
164. www. Inegi.gob.mx · www.conabio.gob.mx

165. www.semarnat.gob.mx

CAPÍTULO V

166. Adams, D.F. y F.A. Young. 1965. Kraft odor detection and objetionability thresholds. Washington State University Progress Report on U.S. Public Health Service Grant.
167. Compilation of Air Pollutant Emision Factors AP-42, Fifth Edition, Vol. I: Stationary Point and Area Source (2000).
168. Bojórquez- Tapia, L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53, 91-99.
169. Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.
170. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B.B. Hanshaw and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Was
171. Pasquill, F. 1974. Atmospheric Diffusion: The Dispersion of Windborne Material from Industrial and other Sources. New York, 2da edición, Edit. John Wiley & Sons.
172. Shinn, J.H., B.R. Clegg y M.L. Stuart. 1977. A linear gradient chamber for exposing field plants to controlled levels of air pollution. Lawrence Livermore, Ca. Report No.UCRL-81691.
173. Turner, Bruce. 1970. Workbook of atmospheric dispersion estimates. 1ª ed, Cincinnati, Ed. National Technical Information Service.
174. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. “ISC3 Guía del usuario”, U.S.A., Ed. USEPA, Septiembre 1995.
175. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. “PCRAMMET Guía del usuario”, U.S.A., Ed. USEPA, Octubre 1995.
176. Wark, K. y C.F. Warner.1990. Contaminación del aire. Ed. LIMUSA, 1ª edición. México D.F,