



Presenta el siguiente:

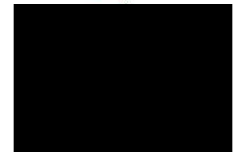
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B–PARTICULAR

Del Proyecto:

**“CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO
Y MINA MARIA DE LA CRUZ, PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES”**

Elaborado por:



MAYO 2019

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO;	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO;	9
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS ECOLOGICOS APLICABLES;	94
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO;	118
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES;	279
VI. JUSTIFICACION TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO;	296
VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES;	311
VIII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS;	334
IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO;	348

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1

PAGO DE DERECHOS.

ANEXO 2

ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA
PODER LEGAL DEL REPRESENTANTE
COPIA DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL
REGISTRO E IDENTIFICACIÓN DEL ING. FORESTAL RESPONSABLE

ANEXO 3

DOCUMENTACIÓN LEGAL DEL PREDIO

ANEXO 4

PLANOS GENERALES DEL PROYECTO
PLANOS POLIGONOS SUJETOS A CUSTF

ANEXO 5

TABLA DE RESULTADOS
MEMORIA FOTOGRÁFICA

ANEXO 6

PROGRAMA DE AHUYENTISMO Y TRASLOCACIÓN DE FAUNA
PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA

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

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.

[REDACTED]

I.1.2. Ubicación (dirección) del proyecto.

[REDACTED]

I.1.3. Duración del proyecto.

[REDACTED]

I.2. Datos generales del Promovente

I.2.1. Nombre o razón social. (Anexo 2)

[REDACTED]

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

[REDACTED]

I.2.3. Datos del Representante Legal (Anexo 2)

PROMOVENTE O REPRESENTANTE:

[REDACTED]

I.2.4. Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones.

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

RESPONSIVA ELABORACIÓN DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO:

[REDACTED]

PROMOVENTE O REPRESENTANTE:

[REDACTED]

MINA MARIA DE LA CRUZ I

Legend

- 547
- 548
- 550
- 551
- 552
- 553-554
- El Salate
- Veta 3
- Veta 6
- La 60
- M005
- La Cero
- Cerro Pelon
- Veta 9
- Campamento
- Polvorin
- Enjambre
- Enjambre C-P
- Planta Beneficio
- Area Influencia Proyecto
- Sistema A La Labor
- Estado de Sinaloa

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 13N
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 0.0000
 Central Meridian: -105.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

ESCALA: 1:2,031,347

UBICACION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y AREA DE INFLUENCIA

REALIZO: ING. UBALDO RAFAEL CARO PARRA

REVISO:

PLANO: 01

La ubicación exacta, de cada uno de los polígonos bajo estudio se describen en el punto II.1.3 del Capítulo II “Descripción del Proyecto”, sin embargo, para su rápida y fácil georeferenciación se presentan las siguientes coordenadas extremas, dentro de las cuales se desarrollarán las obras y actividades bajo estudio.



Imagen I.2. Ubicación de coordenadas UTM extremas de la zona de estudio

Tabla I.1. Cuadro de construcción de coordenadas extremas del área de estudio

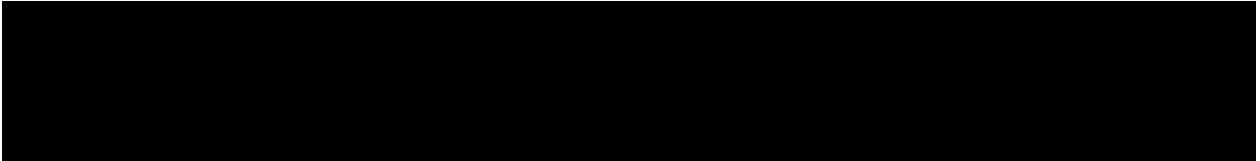
N°	COORDENADAS		N°	COORDENADAS	
	X	Y		X	Y
1	354341.0389	2634148.8057	8	353375.3078	2629875.7763
2	354989.2694	2634155.4202	9	353388.5370	2630550.4651
3	355101.7175	2629948.5368	10	352885.8277	2631324.3729
4	354354.2681	2630041.1412	11	353262.8597	2631681.5611
5	353917.7047	2629644.2654	12	353778.7982	2632349.6354

1.1.3 Duración del proyecto.

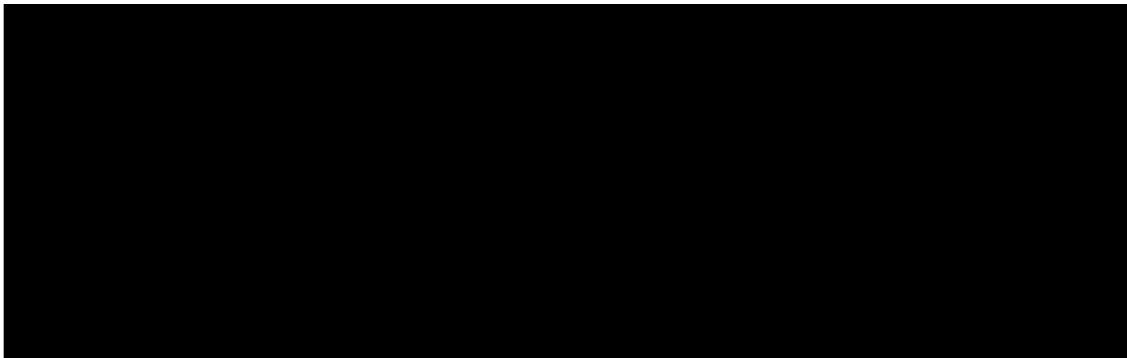
Se estima una vida útil de 10 años de acuerdo a las reservas conocidas de mineral, y al plan de minado diseñado por la empresa, tiempo que será contado una vez que se obtengan todas las autorizaciones necesarias.

La fase de abandono empezará al año once, con una duración de actividades de restauración del sitio de 5 años.

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.



Ver en anexo 3, documentos legales y técnicos de los responsables de elaboración del documento técnico unificado modalidad B, tanto en materia de impacto ambiental como en materia forestal.



RESPONSABLE TÉCNICO



CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio minero y una presa de jales para la extracción de minerales (Au y Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa DESARROLLO MARIA DE LA CRUZ, S.A. DE C.V.

PLANTA DE BENEFICIO:

Se realizará la construcción de una planta de beneficio y presa de jales, además, un módulo de aprovechamiento minero por medio del método de flotación

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
1	Planta de Beneficio	67061.4445	6.7061			0.0000
2	Campamento	2588.6923	0.2589		0.2589	0.2589
3	Cerro Pelón	566.8413	0.0567	0.0567		0.0567
4	Enjambre	472.8453	0.0473		0.0473	0.0473
5	Enjambre C-p	437.2392	0.0437	0.0437		0.0437
6	El Salate	508.9206	0.0509		0.0509	0.0509
7	La Cero	467.9607	0.0468		0.0468	0.0468
8	Polvorín	388.0022	0.0388	0.0388		0.0388
9	Veta 3	692.5987	0.0693		0.0693	0.0693
10	Veta 6	734.7302	0.0735	0.0735		0.0735
11	Veta 9	892.7202	0.0893	0.0893		0.0893
12	M005	682.6108	0.0683		0.0683	0.0683
13	La 60	726.4061	0.0726		0.0726	0.0726
14	547	592.7243	0.0593	0.0593		0.0593
15	548	456.8783	0.0457	0.0457		0.0457

POLIGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
16	550	562.8489	0.0563	0.0563		0.0563
17	551	554.4495	0.0554	0.0554		0.0554
18	552	504.3120	0.0504	0.0504		0.0504
19	553-554	934.1461	0.0934	0.0934		0.0934
20	Presa de Jales	1982.9180	0.1983			
	TOTAL	81809.2892	8.1809	0.6625	0.6140	1.2765

II.1.2. Objetivo de Proyecto.

Dicho proyecto está diseñado para realizar la explotación y beneficio de minerales (Au y Ag) de forma subterránea en un área de **8-18-09 Ha** en terrenos de la Localidad de El Tule, del cual solo **1.2765 ha** serán utilizadas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo el proyecto. Es muy importante señalar que corresponde a una mina subterránea para la extracción y beneficio de minerales en el sitio del proyecto, pues se pretende la construcción de la planta de beneficio y presa de jales y que su afectación será mínima, ya que solo se requiere Cambio de Uso de Suelo en **1.2765 ha**.

II.1.3. Ubicación física

El proyecto se ubica en la parte central del estado de Sinaloa, en el Municipio de San Ignacio. El municipio de San Ignacio se localiza en el extremo sur de estado de Sinaloa; extiende su territorio entre las coordenadas extremas 105° 44' 45" y los 106° 44' 01" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 23° 31' 20" y 24° 26' 19" de latitud norte. Colinda al Norte con el estado de Durango y el municipio de Cosalá, al extremo Sur con el municipio de Mazatlán y el Océano Pacífico, al Este con el estado de Durango y el municipio de Mazatlán y al Oeste, con el municipio de Elota y el Océano Pacífico.

El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio minero y una presa de jales para la extracción de minerales (Au y Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa DESARROLLO MARIA DE LA CRUZ, S.A. DE C.V.



Por otra parte, derivado de los propósitos de desarrollar las obras y actividades en apego a lineamientos de protección, preservación y conservación, es que resulta importante la vinculación del proyecto con las acciones y estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el DOF el pasado 07 de septiembre de 2012, dicho programa consta de 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), las cuales son empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico.

La zona donde pretende desarrollarse el proyecto se ubica en la **Región 9.19** correspondiente a la **UAB 92** denominada “**Cañones Chihuahuenses Sur**”, con situación actual medianamente estable-conflicto sectorial nulo, prioridad de atención muy baja, política ambiental de aprovechamiento sustentable, rectores de desarrollo forestal-minería, y coadyuvantes de desarrollo la agricultura y ganadería.

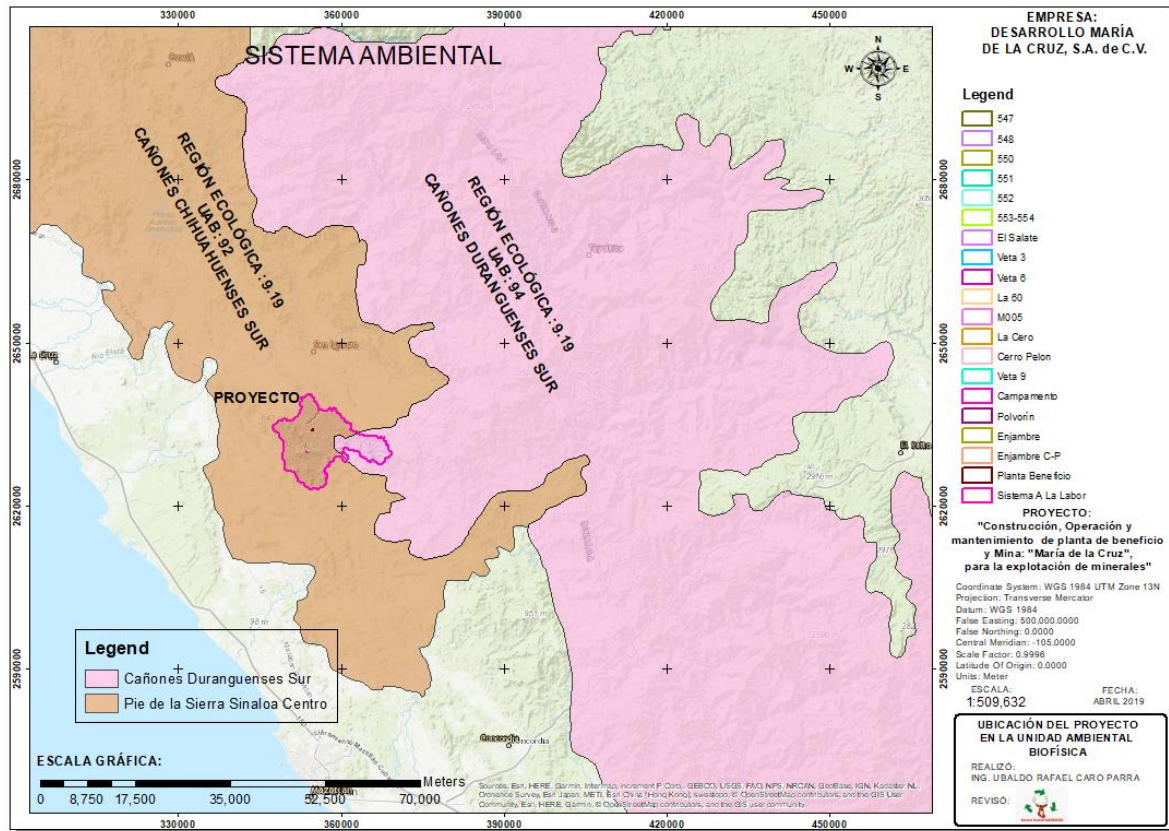


Imagen I.3. Ubicación del Proyecto en la Unidad Ambiental Biofísica

El proyecto objeto de estudio consistirá en lo siguiente:

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
1	Planta Beneficio	67061.4445	6.7061			0.0000
2	Campamento	2588.6923	0.2589		0.2589	0.2589
3	Cerro Pelón	566.8413	0.0567	0.0567		0.0567
4	Enjambre	472.8453	0.0473		0.0473	0.0473
5	Enjambre C-P	437.2392	0.0437	0.0437		0.0437
6	El Salate	508.9206	0.0509		0.0509	0.0509
7	La Cero	467.9607	0.0468		0.0468	0.0468
8	Polvorín	388.0022	0.0388	0.0388		0.0388
9	Veta 3	692.5987	0.0693		0.0693	0.0693
10	Veta 6	734.7302	0.0735	0.0735		0.0735

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
11	Veta 9	892.7202	0.0893	0.0893		0.0893
12	M005	682.6108	0.0683		0.0683	0.0683
13	La 60	726.4061	0.0726		0.0726	0.0726
14	547	592.7243	0.0593	0.0593		0.0593
15	548	456.8783	0.0457	0.0457		0.0457
16	550	562.8489	0.0563	0.0563		0.0563
17	551	554.4495	0.0554	0.0554		0.0554
18	552	504.3120	0.0504	0.0504		0.0504
19	553-554	934.1461	0.0934	0.0934		0.0934
20	Presa de Jales	1982.9180	0.1983			
	TOTAL	81809.2892	8.1809	0.6625	0.6140	1.2765

La ubicación exacta de cada polígono de las obras de ampliación minera María de la Cruz se describe a continuación. (Ver planos en anexo 4)

Se presenta a continuación los cuadros de construcción de las obras correspondientes a los Polígonos del 1 al 20 (Áreas de CUSTF) en coordenadas **UTM DATUM WGS84 zona 13**. Se presenta los Polígonos del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, donde se requiere el cambio de uso del suelo en su totalidad de **1.2765 hectáreas**.

COORDENADAS DE LOS POLÍGONOS:
COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 13

AREA: **VETA 9**

Nº	X	Y
1	353870.0287	2629820.9678
2	353843.7274	2629794.2180
3	353862.545	2629779.3141
4	353888.8494	2629806.7864
SUPERFICIE: 892.7202 m ²		

AREA: **VETA 6**

N°	X	Y
1	353779.9406	2629923.3120
2	353781.1807	2629890.6856
3	353803.4848	2629889.4190
4	353801.4251	2629923.9556
SUPERFICIE: 734.7302 m ²		

AREA: VETA 3

N°	X	Y
1	353834.9404	2630089.8633
2	353819.2863	2630078.2856
3	353813.7764	2630067.5542
4	353825.3613	2630055.1284
5	353849.9439	2630070.5194
6	353842.3966	2630083.7911
SUPERFICIE: 692.5987 m ²		

AREA: POLVORÍN

N°	X	Y
1	353705.6207	2629825.7739
2	353687.0608	2629811.7434
3	353697.4246	2629798.7320
4	353716.1266	2629812.9625
SUPERFICIE: 388.0022 m ²		

AREA: MOO5

N°	X	Y
1	353780.1447	2630011.5510
2	353778.3922	2629973.1155
3	353796.3193	2629971.7673
4	353797.7856	2630009.8199
SUPERFICIE: 628.6108 m ²		

AREA: LA CERO

N°	X	Y
1	353787.8204	2630053.6026
2	353780.614	2630030.8258
3	353798.8102	2630022.9934

N°	X	Y
4	353805.5663	2630046.4905
SUPERFICIE: 467.9607 m ²		

AREA: CAMPAMENTO

N°	X	Y
1	353737.6771	2630149.5533
2	353710.5739	2630130.5280
3	353752.0601	2630062.6034
4	353778.5190	2630079.7435
SUPERFICIE: 2,588.692 m ²		

AREA: LA 60

N°	X	Y
1	353911.8402	2630127.6147
2	353873.4757	2630109.8655
3	353880.1615	2630094.8487
4	353917.7363	2630109.7843
SUPERFICIE: 726.4061 m ²		

AREA: EL SALATE

N°	X	Y
1	353959.5651	2630351.1167
2	353951.8683	2630332.5984
3	353975.3863	2630321.4874
4	353982.7980	2630339.0086
SUPERFICIE: 508.9206 m ²		

AREA: ENJAMBRE

N°	X	Y
1	354027.9920	2630406.7480
2	354021.5955	2630381.7453
3	354039.9322	2630377.1993
4	354045.3337	2630402.2021
SUPERFICIE: 472.8453 m ²		

AREA: 553-554

N°	X	Y
1	354779.4832	2630362.3099
2	354767.2096	2630342.4170
3	354797.7121	2630321.4647
4	354812.7391	2630342.8903
SUPERFICIE: 934.1461 m ²		

AREA: **552**

N°	X	Y
1	354881.6401	2630368.7490
2	354863.9760	2630365.7362
3	354864.5093	2630338.8968
4	354883.2034	2630340.3641
SUPERFICIE: 504.312 m ²		

AREA: **551**

N°	X	Y
1	354638.5373	2630443.8672
2	354616.3144	2630440.1303
3	354617.6152	2630415.5568
4	354640.1252	2630419.3483
SUPERFICIE: 554.4495 m ²		

AREA: **550**

N°	X	Y
1	353564.2313	2630933.8093
2	353544.1514	2630938.2766
3	353537.7489	2630911.7413
4	353558.4872	2630907.7154
SUPERFICIE: 562.8489 m ²		

AREA: **548**

N°	X	Y
1	353108.0191	2631285.9253
2	353100.6173	2631271.0914
3	353122.7488	2631256.0653
4	353130.2286	2631273.0986

N°	X	Y
SUPERFICIE: 456.8783 m ²		

AREA: **547**

N°	X	Y
1	353456.4601	2631428.0580
2	353438.3130	2631427.9428
3	353436.6359	2631395.7202
4	353454.6291	2631394.7600
SUPERFICIE: 592.7243 m ²		

AREA: **ENJAMBRE C-P**

N°	X	Y
1	353730.1008	2631286.3277
2	353705.7395	2631285.7049
3	353704.4329	2631269.3170
4	353732.0258	2631269.0565
SUPERFICIE: 437.2392 m ²		

AREA: **CERRO PELÓN**

N°	X	Y
1	353694.7320	2631467.2727
2	353679.4939	2631455.3684
3	353699.0727	2631432.9486
4	353714.1731	2631442.3182
SUPERFICIE: 566.8413 m ²		

OBRAS QUE NO REQUIEREN CAMBIO DE USO DE SUELO

AREA: **PRESA DE JALES**

N°	X	Y
1	354767.858	2634061.204
2	354759.538	2634056.161
3	354753.013	2634055.792
4	354748.006	2634056.107
5	354745.179	2634058.930

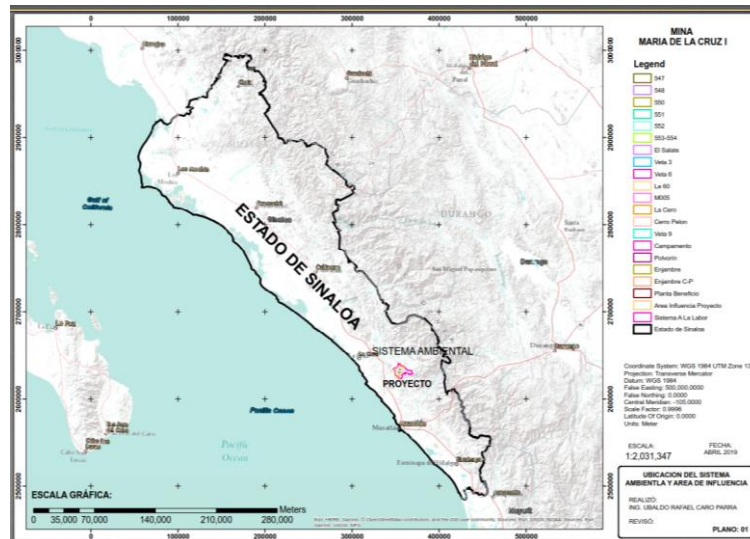
Nº	X	Y
6	354743.364	2634063.376
7	354739.961	2634069.092
8	354729.254	2634071.270
9	354714.653	2634065.957
10	354692.076	2634064.810
11	354706.012	2634051.990
12	354708.242	2634044.558
13	354712.330	2634034.339
14	354726.465	2634021.196
15	354728.163	2634014.644
16	354732.037	2634012.335
17	354749.858	2634036.873
SUPERFICIE: 1982.918 m ²		

AREA: PLANTA DE BENEFICIO

Nº	X	Y	Nº	X	Y
1	354793.089	2633758.073	17	354910.012	2634011.015
2	354783.585	2633750.191	18	354907.786	2634013.203
3	354789.422	2633747.837	19	354805.887	2634069.980
4	354857.288	2633732.781	20	354779.838	2634085.769
5	354860.964	2633734.725	21	354759.619	2634091.024
6	354868.470	2633766.248	22	354743.053	2634093.134
7	354873.756	2633783.305	23	354657.608	2634089.987
8	354875.848	2633794.571	24	354650.982	2634087.687
9	354872.223	2633821.986	25	354640.171	2634084.843
10	354855.146	2633853.756	26	354604.705	2634075.358
11	354852.650	2633857.516	27	354591.197	2634075.522
12	354832.924	2633898.838	28	354574.744	2634075.122
13	354857.716	2633930.834	29	354552.780	2634076.777
14	354872.789	2633962.512	30	354530.957	2634074.036
15	354901.216	2633986.394	31	354531.939	2634069.800
16	354908.556	2634005.219	32	354712.457	2633849.678
SUPERFICIE: 67061.4445 m ²					

En anexo 4 se presentan planos topográficos y geométricos del proyecto, mismos que cuenta con la descripción de cuadros de construcción.

Para facilitar su ubicación, a continuación, se muestran algunas imágenes de la localización del proyecto dentro de los contextos nacional, estatal, municipal y a nivel microcuenca.



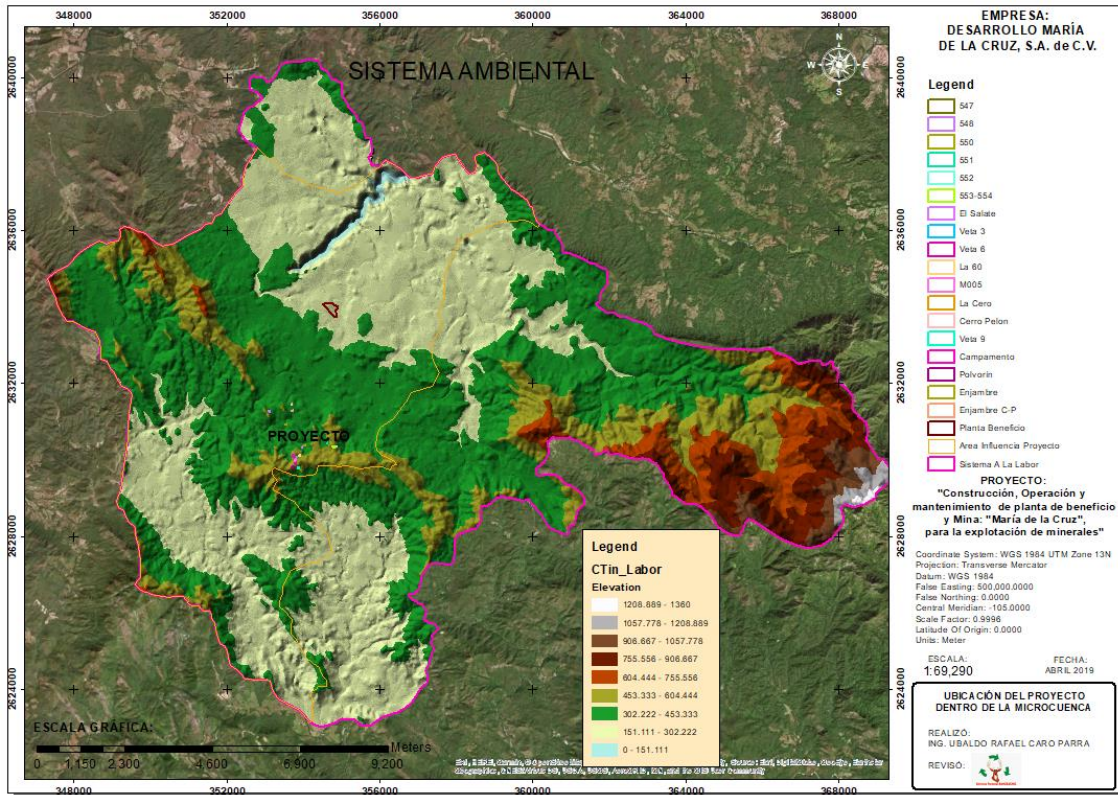


Imagen II.6. Ubicación del proyecto en la microcuenca concurrente

El **área del proyecto** solo ocupará **8.1809 ha (81,809.2892 m²)** en el **área de influencia** determinada (**AI = 8,468.0656 ha**), es decir solamente el **0.10%** de su superficie. Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve (CUS) en una superficie de **1.2765 ha (12,765 m² de CUSTF)**, lo cual que representan el **0.02%** de la superficie del área de influencia donde se encuentra el proyecto (**8,468.0656 ha**) y un **0.01%** del **Sistema Ambiental (SA)** que cuenta con una superficie total de **17,564.1254 ha**.



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: “CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA “MARIA DE LA CRUZ”, PARA LA
EXPLOTACION DE MINERALES”.



Figura II.9. Polígonos de CUSTF

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La actividad minera en la zona data del siglo IXX, cuando diversas explotaciones mineras en el municipio, se realizaron por compañías o particulares nacionales y extranjeros. El proyecto se localiza a partir de la carretera Culiacán- Mazatlán dirigiéndose al sur, para luego tomar la carretera hacia coyotitán aproximadamente 32 km hasta llegar al Municipio de San Ignacio. Partiendo de ahí, son 17 km hasta el Ejido La Labor. Esta carretera es cuenta con una anchura promedio de 10 m, cuentan con puentes y alcantarillas en áreas de arroyos temporales (época de lluvias), algunos cuenta con Postería para conducción eléctrica o agua potable a los poblados y rancherías existentes.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión fija que se requiere para ejecutar el proyecto es de un total de **\$24'500,00.00 (Veinticuatro Millones Quinientos Mil pesos 00/100 mn).**

Inversión que estará distribuida de la siguiente manera:

Concepto	Importe (\$) dólares americanos
Estudios y proyectos	35,000.00
Construcción planta beneficio	880,000.00
Construcción presa de jales	75,000.00
Adquisición equipo planta beneficio y presa de jales	760,000.00
Adquisición maquinaria minas	250,000.00
Total	2'000,000.00

El desarrollo de complejo minero generará 15 empleos directos, y 30 indirectos.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

Se realizará la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio y una presa de jales para la extracción de minerales (Au y Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa DESARROLLO MARIA DE LA CRUZ, S.A. DE C.V.

a) Superficie total del predio: 83,792.21 m².

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
1	Planta de Beneficio	67061.4445	6.7061			0.0000
2	Campamento	2588.6923	0.2589		0.2589	0.2589
3	Cerro Pelón	566.8413	0.0567	0.0567		0.0567
4	Enjambre	472.8453	0.0473		0.0473	0.0473
5	Enjambre C-P	437.2392	0.0437	0.0437		0.0437
6	El Salate	508.9206	0.0509		0.0509	0.0509
7	La Cero	467.9607	0.0468		0.0468	0.0468
8	Polvorín	388.0022	0.0388	0.0388		0.0388
9	Veta 3	692.5987	0.0693		0.0693	0.0693

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
10	Veta 6	734.7302	0.0735	0.0735		0.0735
11	Veta 9	892.7202	0.0893	0.0893		0.0893
12	M005	682.6108	0.0683		0.0683	0.0683
13	La 60	726.4061	0.0726		0.0726	0.0726
14	547	592.7243	0.0593	0.0593		0.0593
15	548	456.8783	0.0457	0.0457		0.0457
16	550	562.8489	0.0563	0.0563		0.0563
17	551	554.4495	0.0554	0.0554		0.0554
18	552	504.3120	0.0504	0.0504		0.0504
19	553-554	934.1461	0.0934	0.0934		0.0934
20	Presa de Jales	1982.9180	0.1983			
	TOTAL	81809.2892	8.1809	0.6625	0.6140	1.2765

b) Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio es de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia en proceso de recuperación. Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

d) Superficie del predio, de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos, además considerar las dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
1	Planta de Beneficio	67061.4445	6.7061			0.0000
2	Campamento	2588.6923	0.2589		0.2589	0.2589
3	Cerro Pelón	566.8413	0.0567	0.0567		0.0567
4	Enjambre	472.8453	0.0473		0.0473	0.0473
5	Enjambre C-P	437.2392	0.0437	0.0437		0.0437
6	El Salate	508.9206	0.0509		0.0509	0.0509

POLIGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE CUSTF SBC (ha)	SUPERFICIE CUSTF SMS (ha)	SUPERFICIE CUSTF TOTAL (ha)
7	La Cero	467.9607	0.0468		0.0468	0.0468
8	Polvorín	388.0022	0.0388	0.0388		0.0388
9	Veta 3	692.5987	0.0693		0.0693	0.0693
10	Veta 6	734.7302	0.0735	0.0735		0.0735
11	Veta 9	892.7202	0.0893	0.0893		0.0893
12	M005	682.6108	0.0683		0.0683	0.0683
13	La 60	726.4061	0.0726		0.0726	0.0726
14	547	592.7243	0.0593	0.0593		0.0593
15	548	456.8783	0.0457	0.0457		0.0457
16	550	562.8489	0.0563	0.0563		0.0563
17	551	554.4495	0.0554	0.0554		0.0554
18	552	504.3120	0.0504	0.0504		0.0504
19	553-554	934.1461	0.0934	0.0934		0.0934
20	Presa de Jales	1982.9180	0.1983			
	TOTAL	81809.2892	8.1809	0.6625	0.6140	1.2765

ZONAS	CLASIFICACIÓN	SUP. (Ha.)	%
Zona de Conservación y Aprovechamiento Restringido	Áreas Naturales Protegidas		
	Superficie arriba de los 3000 msnm		
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°		
	Superficie con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña		
	Superficie con cobertura vegetal		
Zonas de Producción	Superficie con vegetación de galería		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de producción maderable media		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad baja	1.2765	100%
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas		
Zonas de restauración	Terrenos adecuados para realizar forestaciones		
	Terrenos con degradación alta		
	Terrenos con degradación media		
	Terrenos con degradación baja		
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración		

II.2.1.1. Etapa de construcción:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
 PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA
 EXPLOTACION DE MINERALES".

Se realizará la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio y una presa de jales para la extracción de minerales (Au y Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa Desarrollo María de la Cruz, S.A. de C.V.

La vida útil del Proyecto, está considerada 20 años

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO																
ACTIVIDAD	MESES												AÑOS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5	10	15	20
1.Preparación del sitio																
Selección del sitio																
Remoción de cubierta vegetal																
2.Etapa de Construcción																
Trazo y nivelación																
Presa de jales																
3.Etapa de Operación																
Instalación de sanitarios portátiles																
Barrenación																
Explotación (voladuras)																
Extracción y acarreo del material																
4.Etapa de Mantenimiento																
Mantenimiento de Instalaciones																
Mantenimiento electromecánico																
Mantenimiento de caminos																
5. Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio																

Retiro de maquinaria y vehículos para la explotación y extracción del material.																
Restauración del sitio																
Entrega de informes semestrales a PROFEPA y SEMARNAT																

Preparación del sitio y construcción.

Se describirán la forma de ejecución del cambio de uso de suelo, las obras y actividades principales del proyecto de acuerdo a la fase que corresponda, especificando sus obras provisionales, asociadas y servicios requeridos, tales como brechas y/o caminos de acceso, campamentos, etc.

Delimitación del área.

El primer paso dentro de la preparación del sitio será la delimitación de las áreas de construcción y de ejecución de actividades del proyecto, lo cual se llevará a cabo con el uso de teodolitos, balizas de madera, cintas métricas, cuerdas y cal, consistiendo esta actividad en el marcado de los límites de cada área.

Planta de beneficio y áreas asociadas

El área que ocupará la planta de beneficio, es un área que carece de vegetación, en dicho predio será necesario la nivelación y trazo.

Caminos de acceso.

El camino principal de acceso al proyecto ya se encuentra construido y es utilizado por las comunidades como vía de comunicación, además del uso para el transporte de actividades ganaderas, agrícolas y mineras. Caminos que cruzan por el medio del polígono del proyecto, que serán aprovechados para la distribución del material durante el proceso de operación.

Presa de jales

En el terreno donde se efectuará la construcción de la presa de jales está desprovisto de vegetación, motivo por cual no será necesario su desmonte.

Los residuos propios del desmonte serán donados a pobladores de la zona para su uso, el resto de los residuos encontrados, así como, la basura que los propios trabajadores generen serán dispuestos en el sitio que autorice el H. Ayuntamiento Municipal de San Ignacio.

Remoción de Vegetación (Desmonte) y Despalme.

Como fase previa a las operaciones constructivas propiamente dichas, la construcción de terracerías suele exigir una limpieza a fondo del terreno natural, que se denomina desmonte, en lo que se refiere a la eliminación de vegetación, incluyendo árboles, y despalme cuando se refiera a la eliminación de una capa superficial del terreno.

El desmonte consistirá en la eliminación de la vegetación natural solo de las siguientes áreas:

POLIGONO	OBRA QUE REQUIERE CAMBIO DE USO DE SUELO	SUPERFICIE CUSTF (Ha)
POL. 1	Planta de Beneficio	-----
POL.2	Campamento	0.2589
POL.3	Cerro Pelón	0.0567
POL.4	Enjambre	0.0473
POL.5	Enjambre C-P	0.0437
POL.6	El Salate	0.0509
POL.7	La Cero	0.0468
POL.8	Polvorín	0.0388
POL.9	Veta 3	0.0693
POL.10	Veta 6	0.0735
POL.11	Veta 9	0.0893
POL.12	M005	0.0683
POL.13	La 60	0.0726
POL.14	547	0.0593
POL.15	548	0.0457
POL.16	550	0.0563

POLIGONO	OBRA QUE REQUIERE CAMBIO DE USO DE SUELO	SUPERFICIE CUSTF (Ha)
POL.17	551	0.0554
POL.18	552	0.0504
POL.19	553-554	0.0934
POL. 20	Presa de jales	-----
TOTAL=		1.2765

USO DE EXPLOSIVOS:

La extracción de material C (rocoso), clasificación 10-50-40 se efectuará con un track-drill para la barrenación y el uso de explosivos en un 40% en roca y será removido por un tractor bulldózer caterpillar. Se usarán las cantidades aproximadas: 18 metros de mecha, 50 iniciadores dual delay 200/500, 50 sacos de ANFO de 25 kg y 4 cajas de explosivo de 2"x16" de 25 kg.

TERRAPLENES:

Para el caso de terraplenes, se construirá el cuerpo con altura variable dependiendo de la rasante del proyecto y se extenderá en capas de 0.20 m, si la altura es menor de 0.80 m y si es mayor se construirá de 0.50 m, compactándose al 90% de su PVSM.

La construcción de la base del camino requerirá el corte y relleno con material inerte o corte en zonas elevadas según sea el caso, para igualar la pendiente de rodamiento, durante las obras la superficie será constantemente regada para compactar y controlar la emisión de partículas fugitivas al ambiente, el material será compactada y nivelado para formar cunetas a ambos lados del camino.

EQUIPO A UTILIZAR.

EQUIPO	CANTIDAD	T/
Cargador frontal (tractor D8N)	Uno	Cuatro
Motoconformadora	Una	Cuatro
Compactador de rodillo liso	Uno	Dos
Camión Pipa	Uno	Cuatro
Camiones de Volteo	Variable	Cuatro

PERSONAL UTILIZADO.

CATEGORIA	NUMERO	TIEMPO (semanas)
Operadores de Maquinaria	2	Cuatro
Ayudantes	2	Cuatro
Albañiles y Peones	5	Cuatro
Montadores e Instaladores	5	Cuatro
Total personal	14	Cuatro

CONSTRUCCION**Descripción de obras****Planta de beneficio**

La descripción de la obra civil a realizar consistirá en la excavación de los sitios previamente trazados, para el caso específico de la nave metalúrgica (planta de beneficio de 6.9044 ha) las actividades constructivas consistirán en la construcción de cimientos una vez realizada la excavación, dicha cimentación se realizará con estructuras de acero de diferente calibre y concreto premezclado $f_c=300 \text{ kg/cm}^2$ en la parte superior de cada cimiento se colocará placa metálica donde se fijará la estructura de acero (polines) que sostendrán las techumbres y pisos intermedios. Los techos se instalarán de lámina galvanizada y los pisos se construirán de concreto pulido, sobre dichos pisos se construirán bases de concreto para la fijación del equipo de trituración, molienda y flotación.

En los perímetros de cada una de las áreas que conforman las techumbres la planta de beneficio contarán con canaletas cubiertas con rejillas de acero, con estas se facilitará la limpieza y captación de residuos.

Construida la nave, se continuará con la instalación del tendido eléctrico e hidráulico para el adecuado funcionamiento de los equipos.

Instalación de dos Transformadores (generadores)

En esperar respuesta de sugerencia por parte de C.F.E. de acuerdo a capacidad de línea. La línea será colocada por un lado del camino ya existente y de los caminos nuevos, para evitar que se deforeste más vegetación. Con una longitud de 180 m.

En lo que respecta a las obras asociadas, estas serán cimentadas con acero y concreto premezclado, sobre dichas zapatas se levantarán trabes y castillos, estructuras sobre las que se construirán paredes de block de concreto, los techos serán de concreto aligerado y los pisos de concreto pulido, durante la obra construcción de la obra negra se introducirán las líneas eléctricas, hidráulicas y sanitarias necesarias. Estos detalles constructivos se realizarán para áreas de servicios, laboratorio, talleres y bodegas.

En tanto áreas como subestación, área de tanques de agua, almacén de residuos y taller de mantenimiento, serán construidas con pisos de concreto y malla ciclónica para delimitar su acceso, en algunos como taller y almacén de residuos se construirá techumbre de lámina galvanizada.

El área de dormitorios y oficina, contará con baños y regaderas, motivo por el cual será necesario construir fosa séptica de 20 m³ de capacidad, las dimensiones de dicha fosa serán de 4 m de largo x 2 m de ancho x 2.5 m de profundidad, esta fosa será construida de block de concreto, mismo que estará enjarrado y cubierto con pinturas epóxicas, las aguas residuales almacenadas, serán periódicamente retiradas por empresas prestadoras de este tipo de servicio.

Dentro de las especificaciones de la fosa tenemos que: cuenta con capacidad volumétrica sobrada para la capacidad nominal de 20 trabajadores operativos, es hermética, cuenta con tirante de agua mayor a 0.90 m y el paso de agua es de 2.5 m, atributo superior al mínimo de 1.2 establecido en la NOM-006-CNA-1997, cuenta con mampara intermedia y las tuberías de entrada y salida de agua, se encuentran 20 cm por debajo del agua en la fosa, la fosa presenta adecuada estanquidad, por lo que se garantiza el adecuado tratamiento anaeróbico del agua sanitaria.

Presa de jales

El terreno arrendado para la construcción de la presa de jales y planta de beneficio, cuenta con 6.9044 Ha de superficie, de donde solo se aprovecharán en la construcción propiamente de la presa de jales 1983 m², superficie que pertenece al polígono 1, el cual requiere CUS.

Con el uso de maquinaria y equipo de construcción se construirá el talud perimetral y se trabajará en la excavación y compactación del suelo del vaso de almacenamiento con arcilla y balastre al 100% proctor con ello se

garantizará cero infiltraciones al subsuelo, adicional a esto se instalará geomembrana de polietileno, comúnmente llamada liner.

La presa de jales estará conformada por un bordo inicial, talud, corona y vaso de almacenamiento. El bordo inicial, se conformará con movimiento de tierras, la corona será de 5 m y se construirá con filtro de arena y grava compactada al 100%, los taludes 3:1 estará conformados por mezcla de arcilla y balastre compactada al 100%, la anchura de la base de dichos taludes será de 10 m, de dicho bordo inicial se anclará el sistema de recuperación de agua.

A la presa de jales se le instalará un sistema de recuperación de agua el cual consistirá en la instalación de torres de decantación de 20 pulgadas con insertos de tubos de acero y/o perforaciones de 4 pulgadas como decantadores chinos, que estarán anclados a una zapata aislada. Para la recuperación del agua y su bombeo a la planta de beneficio se utilizará una bomba centrífuga con motor de 50 HP, así como tubería de pvc de 4 pulgadas de diámetro.

Se efectuará el trazo, señalización y nivelación del suelo en el área de 1983 m² que corresponde a la superficie de construcción de la presa de jales.

Se cuenta con camino tipo brecha entre el área de la planta de beneficio y el área de la presa de jales.

Etapas de Operación y Mantenimiento

Proceso de beneficio

El mineral será transportado en camiones de volteo desde las bocaminas de los lotes mineros hasta el patio de almacenamiento de minerales, posteriormente el material rocoso será enviado con un cargador frontal hasta la tolva de recepción de la trituradora de quijada de 10 x 24 pulgadas, la cual molera y enviará el mineral a través de una banda transportadora, a una criba de 2 camas de 6 x 16 pulgadas, para conducir posteriormente el mineral a un triturador de cono de 4 pies cabeza estándar, finalmente 2 bandas transportadoras conducen los materiales finamente molidos a 2 tolvas de finos con capacidad de 150 ton cada una.

Del circuito de trituración, los minerales pasan por banda transportadora a un par de molinos de bola donde se adiciona agua a la mezcla de minerales en

polvo, de dicha área con una bomba de lodos SRL de 3 x 13 pulgadas, el material es enviado a una batería de hidrociclones Kreebs de 10 pulgadas, para de esta área mandar la mezcla a un tanque de acondicionamiento con reactivos, del cual a través de una bomba de diafragma se manda la mezcla a las celdas de flotación, tras periodo de tratamiento los minerales ricos en oro y plata pasan a un tanque espesador, y a un filtro de 2 discos con la ayuda nuevamente de una bomba de diafragma, el concentrado que sale del filtro finalmente es enviado a plantas de fundición para la conformación de los lingotes.

Es importante mencionar que el agua que requiere el proceso será enviada de una pileta la cual tiene una capacidad de 1,000 m³ de capacidad y se va a acarrear por medio de pipas.

En lo que respecta a la energía eléctrica, el predio cuenta con línea eléctrica para conducirse a un generador que se instalará en planta, sitio de donde se abastecerá todo equipamiento y sistema de iluminación en planta.

En el proceso de beneficio se utilizarán reactivos químicos (anexo hojas de seguridad) que no contravienen al Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, Publicado en el D.O.F. el 28 de marzo de 1990, ni al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, Publicado en el D.O.F. el 4 de mayo de 1992, ya que los reactivos Aero 404 promotor acuoso, Aerofloat 208 promotor acuoso; Espumante Aerofroth 70, Aerofloat 31 y Xantato Amílico de Potasio no se encuentran en ninguno de los dos listados mencionados.

La planta de proceso tendrá una capacidad para producir aproximadamente 5 ton/día de concentrado.

Proceso en la presa de jales:

Al llegar el agua junto con los lodos a la presa de jales, estos serán descargados formando un montículo y permitiendo que el agua contenida en los lodos decante, para ser recirculada la planta de proceso mediante el uso de una bomba de 50 H.P. y una tubería de 4 pulgadas.

Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Cuando se tome la decisión de abandonar el proyecto, se notificará de manera previa a la PROFEPA y a la SEMARNAT y se dará cumplimiento a las

disposiciones que dichas autoridades establezcan. Independientemente de lo anterior se tiene planeado retirar las instalaciones y equipo de los frentes de trabajo; demoler la infraestructura y efectuar acciones de limpieza y adecuada disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos; nivelar el terreno; aplicar fertilizantes orgánicos al suelo, tales como gallinaza, vacaza, etc., así como efectuar la reforestación con especies nativas.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE ACARREO, TRITURADO Y BENEFICIO DE LOS MINERALES

Descripción del proceso de una Planta Concentradora de minerales que posee contenidos de Au y Ag, que operará por el método de flotación selectiva y que tendrá una capacidad de procesamiento de 800 toneladas al día.

El Proyecto Minero María de la Cruz considera la instalación de una planta concentradora con capacidad de 800 t/d. que operará con el método de Flotación selectiva para procesar minerales de la siguiente ley promedio;

- a. Au = 4.0 gr/t.
- b. Ag = 125 gr/t.

Se producirá un concentrado Bulk con las siguientes leyes promedio.

- c. Au = 9.0 . 10 gr/t.
- d. Ag = 6.50 kg/t.

ACARREO.

Estas minas se encuentran ubicadas a una distancia de aproximadamente 1.5 Km en línea recta donde se pretende construir la Planta Concentradora. El proceso de acarreo se realizará de la siguiente manera: el mineral será levantado por un cargador frontal con capacidad de cucharón de 4.0 m³ y/o un Scoop Tram de 6 yd³. (Cargador de bajo perfil utilizado en los trabajos de interior de mina) y será depositado en camiones-tolva, con capacidad de carga de 10 a 20 t., los cuales se trasladarán por caminos de terracería ya existentes, que unen a las minas en producción con la Planta de Concentradora.

Estos trabajos de acarreo de material, serán realizados con equipo propiedad de empresa, aunque ocasionalmente se asignan a pequeños contratistas; personas de la región, a los cuales de ésta manera se les abren oportunidades de trabajo.

El mineral será extraído de la María de la Cruz por los Scoop-Tram o los camiones-tolva y se depositará en los patios afuera de las "Bocaminas", formando algunos montones o "stocks", con la finalidad de realizar mezclas de acuerdo a las leyes resultantes de los muestreos hechos previamente. Estos análisis se realizarán en el Laboratorio de la Planta. De aquí los montones o "stocks" pasaran al área de trituración primaria

PLANTA CONCENTRADORA.

Una vez que el mineral es extraído de la mina, comienza el proceso de concentración, el cual se inicia con la reducción del tamaño. De la mina, el mineral se obtiene con un tamaño promedio de 6" (80 % pasa este tamaño). Para lograr la recuperación metalúrgica de los minerales de interés económico, definida en la experimentación metalúrgica, es necesario que la totalidad de éste producto alcance un tamaño promedio de 130 micras.

La Planta de Concentradora estará dividida en varios procesos; los principales se enlistan a continuación.

- a. Trituración, 100 tph de 6" a 3/8".
- b. Molienda, 60 tph, de 3/8" a 130 micras.
- c. Flotación. 60 tph,
- d. Espesamiento de colas – Circuito de flotación
- e. Filtración de los concentrados.
- f. Presa de Jales.
- g. Recuperación de Agua.

TRITURACION.

En el área de trituración se recibe el mineral directamente de las minas o de los Stock de patio. El acarreo del mineral se realizará, como ya se comentó, mediante camiones tolva.

El proceso de Trituración se inicia cuando se vacía el mineral en la tolva de gruesos, que tiene una parrilla, con una abertura cuadrada de 10", el material

con dimensiones mayores, será quebrado por un Martillo Hidráulico o retirado de la parrilla para romperlo posteriormente por otro medio.

El mineral depositado en la tolva, será alimentado, a través de un alimentador de placas de 42" de ancho por 14 ft. de longitud, a una criba Scalper o Grizzly para retirar el material que tiene un tamaño menor a 5" y no requiere pasar a la Trituradora de Mandíbulas que operará con un ajuste de 5" en la abertura de descarga y que opera con un motor de 125 HP. Esta trituradora es de 30 x 42", lo que significa que la abertura de entrada es precisamente de éste tamaño, aunque no es posible alimentarla con rocas tan grandes, debido a que la máquina no las acepta.

Las descargas de la criba y la Trituradora de Mandíbulas, cae sobre una banda de 30" de ancho, la cual alimenta a una criba vibratoria de doble cama, de 8 ft x 20 ft, de dos camas. Las mallas de esta criba son de neopreno; la superior es de 1.5" x 3/4" y la inferior es de 3/4" x 3/8", lo que asegura un producto 95 % pasando 3/8". La descarga de la criba pasa a la banda de finos que llevará el material directamente a una tolva de 1,000 t de capacidad, que es identificada como "Tolva de Finos". El rechazo de la criba cae a otra banda que lo llevará a una pequeña tolva "De compensación", cuya función es amortiguar las variaciones naturales del proceso, para alimentar la trituradora de Cono de manera uniforme, lo que permitirá a esta máquina operar con la cámara de trituración ahogada, lo que la hace muy eficiente.

La **Trituradora de Cono** o secundaria es de 5½ ft, de cabeza Estándar, que opera con un motor de 300 HP. Esta máquina opera con un ajuste de 1.0" en el lado cerrado. La descarga de ésta trituradora, cae sobre la banda No. 1, que alimenta a la criba.

En el cuadro siguiente se muestra una relación del equipo que se tiene considerado utilizar en ésta área de trituración.

No	EQUIPO.
1	Tolva de Gruesos Cap. 100 t.
2	Martillo Hidráulico. Mod 2411 HD – 3450 – AR 110B
3	Alimentador de placas Mod. AF4 – 42" 13.5 ft.
4	Electroimán auto-limpiable.
5	Criba Scalper 4 x 9 ft una cama.
6	Trituradora de Mandíbulas Nordberg Mod. C-100
7	Criba vibratoria 8 x 20 ft de doble cama.

No	EQUIPO.
8	Grúa viajera de 15 t.
9	Detector de Metales.
10	Trituradora de Cono HP-300 Metso.
11	Pesómetro
12	Transportador de Banda No. 1 "TB-01" de 30". ancho.
13	Transportador de Banda No. 2 "TB-02" de 30". ancho.
14	Transportador de Banda No. 3 "TB-03" de 30". ancho.
15	Transportador de Banda No. 4 "TB-04" de 30". ancho.
16	Sistema de Supresión de Polvos. Supercon

MOLIENDA.

El objetivo principal de ésta etapa del proceso, es reducir el tamaño del mineral de un promedio de 95 % pasando a 3/8", a 55.0 % pasando la malla 200, (80 % pasando 130 micras). Con ello se asegura la correcta liberación de los elementos de valor económico, que en éste caso son Au y Ag.

La planta contará con dos molinos de Bolas que tienen una capacidad de 30 t/hr., secas cada uno.

Se contará con una tolva de finos, con una capacidad de 1,000 t. De ésta misma tolva se alimentará a los dos Molinos de Bolas.

Los molinos son de la marca MARCY, de las siguientes dimensiones;

- Tamaño del molino = 10' x 10 ft.
- Motor = 800HP.
- Velocidad = 19 rpm.

El proceso de molienda inicia en la tolva de finos; de aquí se alimentan los dos molinos primarios por medio de bandas transportadoras. El objetivo de ésta etapa es: "Producir un tamaño de partícula, que garantice una adecuada liberación de los minerales de interés económico, de tal manera que se asegure la mayor recuperación metalúrgica y el mayor grado de los concentrados, en el proceso de flotación, de tal manera que se cumpla al 100 % con los requerimientos de nuestros clientes".

Molinos Primarios. Dentro del proyecto, como se ha comentado, se tiene considerado instalar dos molinos primarios Marcy, con dimensiones de 10 ft de

diámetro x 10 ft de longitud, los cuales serán accionados por motores de 800 HP. Como medio molidor se utilizarán bolas de 2 ½ pulgadas de diámetro, de acero forjado que ocuparán de 33 a 36 % del volumen interior del molino.

El cilindro del molino, está formado por una coraza fabricada a base de placa de acero, soldada y perforada en puntos estratégicos para colocar la tornillería que fijará el material de desgaste interno (láminas), con el cuerpo cilíndrico del molino.

La operación de molienda, es una de las más importantes en el proceso de concentración de los minerales, de ella depende en gran medida, el alcanzar los objetivos definidos, por lo que se debe tener un estricto control operativo en ésta etapa del proceso.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo esquemático del área de molienda.

No.	EQUIPO
17	Tolva de finos Capacidad 1,000 t
18	(2) Molinos de Bolas 10 x 10 ft Marcy.
19	(4) Bombas 5 x 4 Warman.
20	(4) Ciclones GMax. Krebs de D10
21	Muestreador de pulpas Outotec.
22	Grúa viajera de 15 t.
23	Compresor de 100 FCM

Clasificación en Molienda.

El objetivo del proceso de Clasificación, es separar las partículas finas de las gruesas, entendiéndose como finas, aquellas que ya alcanzaron el tamaño especificado en el que se logra la separación de los minerales de valor económico de los que no lo tienen. La fracción gruesa; descarga del ciclón, retorna al molino para ser remolida.

Los parámetros que más influencia tienen en el proceso de Clasificación, son las aberturas del ciclón; ápex, vortex y el área y la geometría de entrada de la pulpa. El ciclón debe ser alimentado a cierta presión y con la mayor uniformidad posible, en cuanto a porcentaje de sólidos y gasto alimentado. Por esta razón es importantísimo hacer una correcta selección de la bomba

que lo alimentará, así como del tamaño y la geometría del cajón con el que operará la bomba, lo que evitará la cavitación de la misma.

Hoy en día, es común instalar variadores de velocidad a las bombas, así como válvulas automáticas para la adición de agua de dilución, sensores de nivel en el cajón y medidores de flujo y densidad en la línea de alimentación a los ciclones. Todo esto debe estar ligado mediante un PLC, de tal manera que opere de manera simultánea; de tal forma que la alimentación a los ciclones sea lo más uniforme posible, para asegurar los mejores resultados.

Características del proceso de flotación empleado en la Planta de Beneficio María de la Cruz.

La definición tradicional de flotación dice que es una técnica de concentración de minerales en húmedo, en la que se aprovechan las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas para efectuar la selección. En otras palabras, se trata de un proceso de separación de materias de distinto origen que se efectúa desde sus pulpas acuosas por medio de burbujas de gas y a base de sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas. Según la definición, la flotación contempla la presencia de tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está representada por las materias a separar, la fase líquida es el agua y la fase gas es el aire. Los sólidos finos y liberados y el agua, antes de la aplicación del proceso, se preparan en forma de pulpa con porcentaje de sólidos variables, pero normalmente no superior a 40% de sólidos. Una vez ingresada la pulpa al proceso, se inyecta el aire para poder formar las burbujas, que son los centros sobre los cuales se adhieren las partículas sólidas. Para lograr una buena concentración se requiere que las especies que constituyen la mena estén separadas o liberadas. Esto se logra en las etapas previas de chancado y molienda. Para la mayoría de los minerales, se logra un adecuado grado de liberación moliendo a tamaños cercanos a los 100 micrones (0,1 mm). Al aumentar el tamaño de la partícula, crecen las posibilidades de mala adherencia a la burbuja; en tanto que las partículas muy finas no tienen el suficiente impulso para producir un encuentro efectivo partícula burbuja.

Reactivos de flotación:

Los reactivos de flotación se dividen en: **colectores, espumantes y modificadores.**

Colector:

Compuesto orgánico heteropolar que se absorbe selectivamente sobre la superficie de las partículas, haciendo que estas se vuelvan hidrófobas (aerófilas). Ejemplo: xantatos que se utilizan en la flotación de sulfuros. Los colectores usados con mayor frecuencia son los xantatos y los aerofloats. Sin los colectores los sulfuros no podrían pegarse a las burbujas y éstas subirían a la superficie sin los minerales y los sulfuros valiosos se irían a las colas. Una cantidad excesiva de colector haría que flotarían incluso los materiales no deseados (piritas y rocas) o los sulfuros que deberían flotar en circuitos siguientes. Así, por ejemplo, en el caso de la flotación de minerales de plomo-zinc-pirita, en el circuito de plomo se mantiene deprimido el zinc, para flotarlo posteriormente en su respectivo circuito; pero un exceso de colector podría hacer flotar el zinc junto con el plomo. Una cosa similar sucedería en el circuito de zinc con un exceso de colector, haciendo flotar la pirita que se encuentra deprimida por el efecto de la cal adicionada. Como reactivos de flotación usamos los colectores siguientes: xantatos, aerofloats y cal en la planta de beneficio.

Espumante: Son agentes tensoactivos que se adicionan a objeto de:

1. Estabilizar la espuma
2. Disminuir la tensión superficial del agua
3. Mejorar la cinética de interacción burbuja – partícula
4. Disminuir el fenómeno de unión de dos o más burbujas (coalescencia)

Modificadores:

Estos reactivos pueden ser de tres tipos: **modificadores de pH**

Modificadores de pH: El pH indica el grado de acidez o de alcalinidad de la pulpa. El pH 7 es neutro (ni alcalino ni ácido) y corresponde al agua pura. De 0 a 6 es ácido y de 8 a 14 es alcalino. El pH se mide con un aparato llamado potenciómetro o con un papel tornasol. Cada sulfuro tiene su propio pH de flotación, donde puede flotar mejor. Esta propiedad varía según el mineral y su procedencia. Los reguladores de pH tienen la misión de dar a cada pulpa el pH más adecuado para una flotación óptima. La cal es un reactivo apropiado para regular el pH, pues deprime las gangas y precipita las sales disueltas en el agua. La cal se puede alimentar a la entrada del molino abolas. Es importante usar dosificadores automáticos para estar seguros de la cantidad de reactivo dosificado a las pulpas. Hay reactivos sólidos y líquidos.

En la planta de beneficio se usa la cal.

Colector XANTATO

Propiedades químicas y usos

Es un producto que se aplica generalmente en aquellas operaciones que requieren el más alto grado de poder colector. Se usa en la flotación de minerales sulfurosos de cobre. Los xantatos tienden a descomponerse en soluciones con un pH inferior a 6.0. Se aplica con especial éxito en la flotación de la pirita que contiene **oro**.

Existen en el mercado, varios tipos de reactivos para cada una de las funciones comentadas anteriormente. En el caso específico de nuestro proyecto, los reactivos más importantes que se utilizarán serán los siguientes. En la tabla No. 3 se muestra un resumen con todos los reactivos que se utilizarán.

Se utilizan los siguientes reactivos en el proceso:

Concepto	Consumo Mensual	Unidades
Cal	3,600	kg
Aerofloat A31	46	Kg
Espumante CC-530	138	kg
Xantato	0.75	kg

Concepto	Requerimiento diario	Requerimiento mensual
Volumen de agua (m3)	580.00	17400
Cal (Kg)	120.00	3600
Aerofloat (kg)	1.53	46
Espumante (Kg)	4.60	138
Xantato (Kg)	0.03	0.75

Reactivo	Concentración (Kg/m ³)
Cal (Kg)	20.6897
Aerofloat (kg)	0.2644
Espumante (Kg)	0.7931
Xantato (Kg)	0.0043

El destino final será la presa de jales y es importante mencionar que es un proceso cerrado, por lo tanto, se reciclará.

El jal será alimentado desde la planta de beneficio, empleando una bomba de 3 pulg., con motor de 20 HP y tubería de poliducto negro para alta presión (10 lbf/pulg²) de 4" de diámetro. La solución de arrastre de los jales se retorna a los Tanques de Almacenamiento de agua cruda para recircular al proceso empleando tubería de iguales características, teniendo así un circuito cerrado para el estado líquido.

CELDA DE FLOTACION.

Celdas de flotación. La función de las celdas de flotación es concentrar los minerales de valor; Au Y Ag, mediante el proceso de flotación. Para lograr la flotación de los minerales, se requiere, primero que nada, que estén físicamente separados del material de ganga (liberados) y agregar químicos específicos que modifiquen la superficie de los minerales que se desea flotar. La adición del aire es uno de los parámetros más importantes en éste proceso, ya que se debe agregar de manera controlada; en cantidad suficiente y de tal forma que haya una dispersión eficiente para generar burbujas de un cierto tamaño.

Una celda unitaria de flotación es un reactor que está provisto de un mecanismo impulsor que proporciona la agitación a la pulpa, de tal manera que se realiza una mezcla perfectamente homogénea. En éste mecanismo, la flecha es hueca y por el centro se inyecta al aire que es dispersado en el fondo de la celda por el difusor, para generar millones de burbujas de un tamaño controlado. Este mecanismo es accionado por un motor de baja velocidad.

Las celdas unitarias están provistas de "cajas de alimentación", que permiten alimentar la celda por la parte inferior sin generar turbulencia, lo que afectaría la operación de la misma. Para mantener un nivel correcto de la pulpa y de la cama de espuma, la celda está provista de una "válvula dardo", que abre o cierra el hueco de salida, de acuerdo a la cantidad de pulpa que se está alimentando. Esta válvula es accionada por un pistón neumático que opera en conjunto con un medidor de nivel ultrasónico que está midiendo constantemente el nivel de la pulpa en la celda.

La espuma (concentrado) es recolectado por una canaleta que se encuentra alrededor de la celda. En celdas de gran tamaño, se instalan canaletas o "launders" de manera radial a la celda, de tal forma que ayudan a la recuperación de la espuma.

ESPESAMIENTO DE COLAS - CIRCUITO DE FLOTACIÓN.

En la planta Concentradora de La Mina María de la Cruz, el mineral pasará por dos etapas de flotación; una primaria y un agotativo. Para la flotación primaria se utilizarán 3 celdas y 2 para la flotación agotativa. Para asegurar la calidad de los concentrados, se instalarán dos etapas de limpia. Posteriormente el concentrado plomo-cobre pasará a una etapa de separación (separación plomo-cobre).

Para el proceso de separación plomo-cobre, se adicionará Meta Bisulfito y almidón, se realizan dos etapas de limpia para el Cu. De éste proceso, finalmente se obtendrá el concentrado de cobre que es enviado a un tanque espesador, donde se recupera la mayor parte del agua que lo acompaña y el sólido se envía a un filtro para terminar el proceso de separación sólido-líquido. El concentrado ya filtrado está listo para ser embarcado a los clientes.

La cola del circuito de plomo-cobre se alimentará a un tanque Acondicionador donde se ajusta el pH de la pulpa hasta un valor de 10 y se adiciona sulfato de cobre, para activa el zinc y flotarlos. Este tanque tiene un tiempo de retención de la pulpa de aproximadamente 10 min. Para la recuperación del zinc, se utiliza un arreglo de celdas muy similar al que se utiliza para la flotación del plomo, sólo que, en éste caso, solamente se utilizarán 4 celdas; tres como primarias y solamente una como agotativo. Al igual que en el caso del plomo, para asegurar la calidad de los concentrados se instalarán dos etapas de limpia; la primera con 3 celdas y la segunda con 2. El concentrado obtenido se envía a un tanque espesador para iniciar la separación sólido-líquido y posteriormente, también se envía a un filtro para terminarla, aquí se obtiene el concentrado final de zinc.

El agua de derrame de los espesadores, se envía a los tanques de almacenamiento para posteriormente reutilizarla en el proceso. Normalmente para ayudar a la floculación o asentamiento de las partículas, se utiliza un polímero, que también es conocido como

floculante, ya que ayuda a la floculación, es decir a juntar varias partículas pequeñas para formar una grande que es más fácil de asentar que una pequeña. De esta manera, se obtienen derrames más limpios y pulpas más espesas en el bajo-flujo del tanque. El poder enviar pulpas espesas a filtración, facilita la correcta operación de los filtros y consecuentemente concentrados con la humedad adecuada para ser enviados a los clintes.

En el caso específico de Mina María de la Cruz, se seleccionó el floculante 3249 de la empresa Nalco, después de una serie de pruebas, en las que se probaron diferentes opciones.

En el bajo-flujo de los tanques espesadores, se utilizarán bombas peristálticas, que permiten un excelente control sobre el gasto que manejan y su diseño permite el manejo de pulpas con altos porcentajes de sólidos. Estas bombas, normalmente están equipadas con un variador de velocidad, lo que permite ajustar la cantidad de pulpa que se recupera del tanque, de tal forma que se puede alcanzar fácilmente el equilibrio entre lo que se alimenta y lo que se extrae del tanque, lo que asegura la correcta operación del mismo.

PRESA DE JALES

El residuo de la Planta o jal, resultante del proceso de Concentración, es enviado a la presa de jales, para lo cual se utilizan bombas centrifugas. La Presa de Jales, es un espacio construido específicamente para el almacenamiento de los residuos sólidos y cuenta con ciertas características que la hacen adecuadas para este fin.

RECUPERACIÓN DE AGUA.

Además, se cuenta con un sistema que permite la recuperación 100 % del agua clarificada; consiste en la instalación de 20 torres de decantación con insertos de tubos de acero y/o perforaciones como decantadores chinos. Las torres de decantación serán de 20" con insertos o perforaciones de 4", que se van tapando conforme aumenta el nivel de jal en la presa, para evitar la entrada de sólidos el mismo. Estarán anclados a una zapata aislada.

En el interior del Decantador se instala una bomba, normalmente de tipo vertical de tazones, (o pozo profundo), lo que permite mantener el motor en la parte superior del decantador. Esto evita cualquier posibilidad de que el motor se moje. En la parte superior se instala una plataforma de operación, para facilitar las maniobras de mantenimiento de la bomba y supervisión de la operación de la misma.

PILETA DE AGUA DE PROCESO.

Es una piletta de 64.87 m² de superficie construida especialmente para almacenar el agua de proceso, de 1,000 m³ de capacidad. El agua de Proceso es el agua que se utiliza para la operación de la planta y está constituida por el derrame de los Tanques Espesadores y el agua de recuperación de la Presa de Jales

DEPOSITO DE AGUA FRESCA.

El proceso de concentración de los minerales requiere de aproximadamente 0.6 m³ de agua nueva por cada t. de mineral que se procesa. Esta agua nueva se obtendrá del área de piletta a aprox. 150 m. de la planta. Del agua consumida en el proceso, una parte se queda atrapada en el jal que se deposita en la presa de jales y la otra parte se pierde por evaporación, ya que el fondo de la presa está cubierto por una capa de arcilla, que evita la infiltración del agua a los mantos acuíferos subterráneos.

Además de reponer el agua que se pierde en el proceso, el Agua Fresca, se utiliza para los servicios de auxiliares de la planta, tales como Baños y Vestidores del personal, en el Laboratorio de Análisis de Minerales, en las oficinas para el personal administrativo, etc.

En resumen general, el proyecto consiste en una Planta de Beneficio de Oro, Plata, que tendrá una superficie de 67061.4445 m² y los reactivos usados en el proceso: La materia prima proveniente es de minas de Oro y Plata localizadas en el Estado de Sinaloa, se procesará bajo el sistema de flotación por lo que solo se utilizaran Aerofloat, Xantatus, Cal y Espumante, las cuales no se encuentran en el primer listado de actividades riesgosas publicado en el diario de la federación.

El material mineral, será transportado por camiones volteo, con capacidad de 10 a 20 toneladas de mineral, estos llegarán al patio de maniobras y descargarán su material en el patio de maniobras, posteriormente con un tractor con cuchilla, se cargará el mineral y lo depositarán en la primer Tolva de gruesos, construida de placa de acero.

El proceso se inicia con la molienda en el molino de bolas el material de oro y plata de bajo porcentaje, para posteriormente pasarse por una clasificadora separando el material fino del grueso, regresando estos últimos al molino de bolas y los finos se pasan a la magnetizadora para separar el material predominante en oro y plata y el material estéril se envía a la presa de jale.

Después de separar los finos en la magnetizadora se pasan a la secadora para obtener el producto final.

La capacidad de producción de la Planta de Beneficio será de 800 ton al día de materia prima con un rendimiento de mineral del 2%, lo cual da una producción de producto final de 16 ton al día.

El material estéril (jales), generado del proceso de beneficio, se deposita en una presa de jales que opera de acuerdo a la normatividad existente en base a la NOM-141-SEMARNAT-2003. La presa de jales ocupa una superficie de 1,983 m².

Las soluciones de arrastre de los jales se recircularán al proceso por tuberías, por lo que este proceso es un circuito cerrado para la fase líquida, no así para la fase sólida.

Se utiliza un cargador frontal y 2 camiones para los movimientos de alimentación y producto final.

Concepto	Requerimiento diario	Requerimiento mensual
Volumen de agua (m ³)	480.00	14,400

El destino final será la presa de jales y es importante mencionar que es un proceso cerrado, por lo tanto, se reciclará.

El jal será alimentado desde la planta de beneficio, empleando tres bombas de 4 pulg., con motor de 20 HP y tubería de poliducto negro para alta presión (10 lbf/pulg²) El sistema de conducción de jal se contempla de tubería Extru Pak RD11 de 8", 6" y 4". La solución de arrastre de los jales se retorna a los Tanques de Almacenamiento de agua cruda para recircular al proceso empleando tubería de iguales características, teniendo así un circuito cerrado para el estado líquido

El agua requerida para el proceso que se ha estimado en 480 m³/día, se suministra actualmente de una pileta ubicada en el área del proyecto., para lo cual se obtendrá los permisos correspondientes.

II.2.2 Representación gráfica regional

El área en estudio se ubica bajo los siguientes rasgos geográficos.

Estado: Sinaloa

Municipio: San Ignacio

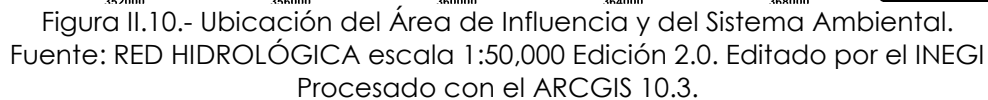
Comunidad: Localidad de El Tule.

Región Hidrológica: RH 10 Sinaloa

Cuenca Hidrológica: Cuenca "A" R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite (Clave 16541)

Subcuenta hidrológica: Subcuenta "a" R. de Piaxtla (Clave 17061) y en la "f" R. Quelite (Clave 17066); (RH10-A-a y f),

El proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-10 SINALOA (Clave 16711), localizada en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa, en la Cuenca Hidrográfica "A" R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite (Clave 16541) y en las Subcuencas "a" R. de Piaxtla (Clave 17061) y en la "f" R. Quelite (Clave 17066); (RH10-A-a y f), que a su vez está ubicada en la Provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental (Clave 17602) y dentro de las Subprovincias: Pie de la Sierra (Clave 17631) y Meseta y Cañadas del Sur (Clave 17635).



El proyecto de ampliación de obras mineras, implica una serie de obras y actividades, dentro de las cuales se considera represente un mayor impacto al ambiente la explotación de los 18 polígonos que conformaran los tajos, tepetateras, Patios, polvorin, Oficinas, campamento, etc., ya que para ello será necesario el desmonte de Selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, de la misma manera con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se realizará la modificación permanente del paisaje, la topografía y estructura biogeoquímica del suelo.



Figura II.11. Ubicación de los 18 Polígonos de CUSTF en la Localidad de El Tule, San Ignacio.

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

DELIMITACIÓN DEL ÁREA.

El primer paso dentro de la preparación del sitio será la delimitación de las áreas de construcción y de ejecución de actividades del proyecto, lo cual se llevará a cabo con el uso de teodolitos, balizas de madera, cintas métricas, cuerdas y cal, consistiendo esta actividad en el marcado de los límites de cada área.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

El área de estudio es un área que recibe la influencia de los poblados circundantes y de las obras mineras, por tal situación aunado a que los trabajos preliminares de campo y de gabinete como lo son evaluaciones geotécnicas, análisis de geoquímicos y geomecánicos, modelaciones de estabilidad de taludes y diseño de las obras ya fueron realizados, en esta etapa solo consideraremos como actividades las siguientes:

Ahuyentamiento, rescate (de ser necesario) y traslocación de fauna. - Previo a la introducción de maquinaria y equipo, se realizarán recorridos por las zonas donde será necesario el desmonte, con la intención de hacer sonidos ruidosos para que la fauna presente emigre a zonas de mayor tranquilidad, dichos recorridos se realizarán también con la intención de rescatar y reubicar especies de lento y nulo desplazamiento. Ver en anexo 6 programa de ahuyentismo y traslocación propuesto.

Rescate de flora. - Durante los mismos recorridos para ahuyentar y rescatar la fauna, los biólogos determinarán todos aquellos organismos susceptibles de ser rescatados y reubicados, donde se pondrá especial atención y cuidado en el rescate y reubicación de las dos especies detectadas: amapa prieta (*Tabebuia impetiginosa*) y Bolillo/Palo fierro/Trucha (*Albizia occidentalis*) listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como, el rescate y reubicación de 195 cactáceas, de las especies que a continuación se citan:

- 43 Barba de chivo (*Pilosocereus alensis*)
- 143 cardones (*Pachycereus pecten-aborigenum*)
- 9 Tasajo de 3 gajos (*Acanthocereus occidentalis*)

NOTA. - Ver en anexo 6 programa de rescate de cactáceas propuesto.

Para garantizar el éxito de las tareas de rescate y reubicación de flora, se deben aplicar los siguientes criterios:

- ✓ Los organismos a traslocar serán retirados de forma manual, utilizando herramientas menores como palas rectas y curvas, como extraer el cepellón, efectuando de inmediato su traslado en carretillas al sitio de replantación.
- ✓ El sitio de trasplante será el perímetro del predio del proyecto.
- ✓ Los organismos reubicados serán identificados con cintillas de color metálico o fluorescente, para su fácil localización.
- ✓ Realizar mantenimiento a las plantas reubicadas, cuyas actividades serán riego periódico, poda y fertilización en caso de requerirse.
- ✓ Mantener monitoreo de organismos trasplantados, llevando su registro de sobrevivencia, y estado de conservación.

Remoción de Vegetación (Desmonte) y Despalme.

Como fase previa a las operaciones constructivas propiamente dichas, la construcción de terracerías suele exigir una limpieza a fondo del terreno natural, que se denomina desmonte, en lo que se refiere a la eliminación de vegetación, incluyendo árboles, y despalde cuando se refiera a la eliminación de una capa superficial del terreno.

El desmonte consistirá en la eliminación de la vegetación natural solo de las siguientes áreas:

POLIGONO	OBRA QUE REQUIERE CAMBIO DE USO DE SUELO	SUPERFICIE CUSTF (Ha)
POL. 1	Planta de Beneficio	-----
POL.2	Campamento	0.2589
POL.3	Cerro Pelón	0.0567
POL.4	Enjambre	0.0473
POL.5	Enjambre C-P	0.0437
POL.6	El Salate	0.0509
POL.7	La Cero	0.0468
POL.8	Polvorín	0.0388
POL.9	Veta 3	0.0693
POL.10	Veta 6	0.0735
POL.11	Veta 9	0.0893
POL.12	M005	0.0683
POL.13	La 60	0.0726
POL.14	547	0.0593
POL.15	548	0.0457
POL.16	550	0.0563
POL.17	551	0.0554
POL.18	552	0.0504
POL.19	553-554	0.0934
POL. 20	Presa de jales	-----
TOTAL=		1.2765

Despalme y Almacenamiento de Suelo Orgánico. - Esta actividad consiste en retirar una capa de 10 cm de suelo orgánico, en esta capa se retira la materia orgánica, suelo, hierbas, raíces que quedaron después del desmonte, la finalidad es encontrar el material rocoso a extraer y realizar los cortes necesarios. Se estima generar aproximadamente 638.25 m³ de suelo orgánico,

mismo que será dispuesto en porción de 5 cm dentro de áreas de terreros como parte de las acciones de recuperación de suelo.

El suelo orgánico será almacenado para que sea reutilizado posteriormente en las actividades de restauración.

A continuación, se muestra imagen de ubicación del sitio de disposición temporal de suelo orgánico y tabla con las cantidades que se estima generar de suelo por área de trabajo.

OBRA	SUPERFICIE CUSTF (m ²)	SUPERFICIE DE RESCATE DE SUELO (m ²)	PROFUNDIDAD DE DESPALME (m)	CANTIDAD DE SUELO ORGÁNICO (m ³)
Planta Beneficio de	67061.4445	0.00	0.00	0.00
Campamento	2588.6923	2588.6923	0.05	129.43
Cerro Pelón	566.8413	566.8413	0.05	28.34
Enjambre	472.8453	472.8453	0.05	23.64
Enjambre C-P	437.2392	437.2392	0.05	21.86
El Salate	508.9206	508.9206	0.05	25.45
La Cero	467.9607	467.9607	0.05	23.40
Polvorín	388.0022	388.0022	0.05	19.40
Veta 3	692.5987	692.5987	0.05	34.63
Veta 6	734.7302	734.7302	0.05	36.74
Veta 9	892.7202	892.7202	0.05	44.64
M005	682.6108	682.6108	0.05	34.13
La 60	726.4061	726.4061	0.05	36.32
547	592.7243	592.7243	0.05	29.64
548	456.8783	456.8783	0.05	22.84
550	562.8489	562.8489	0.05	28.14
551	554.4495	554.4495	0.05	27.72
552	504.3120	504.3120	0.05	25.22
553-554	934.1461	934.1461	0.05	46.71
Presa de Jales	1982.9180	0.00	0.00	0.00
TOTAL	81809.2892	12765.0000		638.25

Tabla II.4. Generación de Suelo Orgánico

Colocación de letrinas móviles y contenedores de residuos. - Previo al inicio de cualquier actividad en el sitio éste deberá ser acondicionado para atender las necesidades de los trabajadores de la obra, situación por la cual será instalada 1 letrina móvil en cada frente de trabajo con la intención de que los trabajadores atiendan en ellas sus necesidades fisiológicas.

Al igual que la letrina móvil, se colocarán en los frentes de trabajo contenedores perfectamente bien identificados para disposición temporal de basura común y residuos peligrosos generados de manera emergente.

La etapa de preparación del predio según calendario de trabajo pretende llevarse a cabo los 24 primeros meses, a esta etapa se le conoce también como preminado, y como se ha descrito anteriormente, las actividades a realizar en esta etapa conllevan a acondicionar el terreno para iniciar con las actividades propias del minado.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Como obras y actividades provisionales el proyecto solo considera la instalación de 1 letrina móvil en cada frente de trabajo para la atención oportuna de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, de la misma manera solo se considera la colocación de contenedores para el almacenamiento temporal de basura.

El proyecto objeto de estudio no requiere de obras y actividades provisionales ajenas a las antes descritas.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Es importante mencionar que el proyecto considera el desarrollo de obras y actividades asociadas a las multicitadas en el presente DTU-B, toda vez que se requiere de la construcción de diversas áreas operativas, de oficina, dormitorios (casas habitación), comedor, instalaciones sanitarias, almacenes, talleres.

Obras asociadas al proyecto.

Planta de beneficio y áreas asociadas

El área que ocupará la planta de beneficio, es un área que carece de vegetación, en dicho predio será necesario la nivelación y trazo.

Caminos de acceso.

El camino principal de acceso al proyecto ya se encuentra construido y es utilizado por las comunidades como vía de comunicación, además del uso para el transporte de actividades ganaderas, agrícolas y mineras. Caminos que cruzan por el medio del polígono del proyecto, que serán aprovechados para la distribución del material durante el proceso de operación.

Presa de jales

En el terreno donde se efectuará la construcción de la presa de jales está desprovisto de vegetación, motivo por cual no será necesario su desmonte. Los residuos propios del desmonte serán donados a pobladores de la zona para su uso, el resto de los residuos encontrados, así como, la basura que los propios trabajadores generen serán dispuestos en el sitio que autorice el H. Ayuntamiento Municipal de San Ignacio.

I.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

La vegetación del área por afectar está constituida por especies del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, pertenecientes a los siguientes tipos de vegetación: Selva baja caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia, esto en base al censo levantado en el área (Fuente: Proyecto de Uso del Suelo y Vegetación Serie V, del Mapa digital editado por el INEGI). Debido a las características dasométricas encontradas hacen posible la cuantificación volumétrica de las especies en el área bajo estudio, por lo que a continuación se describe la metodología empleada para la cuantificación de materias primas.

II.2.7.1 Metodología empleada para la determinación de los volúmenes a extraer.

II.2.7.1.1 Diseño de muestreo.

Un inventario forestal es un proceso mediante el cual se logra determinar la productividad del bosque en algunas de sus características más importantes como la cantidad (volumen) de madera, calidad de la misma, especies, etc.

Aunque tradicionalmente el inventario se ha reducido casi que específicamente a la madera, es de suponerse que con la extensión ecológica

de la palabra bosque a otros seres vivos, la teoría de inventarios empieza a rondar por esos terrenos.

El inventario tradicional para considerarse completo debe llevar una descripción de la zona, del régimen de propiedad, así como de la forma de elaborar los cálculos, (volumen de los árboles, incrementos), y otra serie de informaciones de acuerdo a su complejidad.

Se realizó un censo de toda el área.

II.2.7.1.2 Forma y tamaño de los sitios.

No se tuvo que elegir el tamaño de sitio, debido a que se realizó un censo de toda la superficie que abarca el estrato arbóreo.

II.2.7.1.3 Intensidad de muestreo.

Se realizó un censo (100%) en la superficie de cambio de uso del suelo.

II.2.7.1.4 Número total de sitios muestreados

Debido a la superficie tan pequeña de cambio de uso de suelo se realizó un censo de la vegetación de las áreas que cuentan con vegetación.

II.2.7.2. Volúmenes de las materias primas forestales.

Con el basamento de la anterior información, es de señalar que la cantidad a intervenir para la realización del proyecto, se determinó por los volúmenes por especie, realizando la medición directa de todo el arbolado que se ubicó dentro del área censada; donde además de la identificación de las especies, se obtuvieron los parámetros dasométricos de cada uno de los árboles mayores o iguales a 5 cm de diámetro; con estos parámetros, diámetro y altura por especie, se obtuvo con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, la estimación de la existencia por tipo de vegetación (Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia), así como la estimación de número de árboles y volumen por afectar para la superficie por despallar.

Debido a que, en la zona del proyecto, ni en el Estado de Sinaloa, no existe bibliografía referente a tablas de volúmenes, ni modelos matemáticos de las especies sujetas a remoción motivo del presente estudio, para el cálculo de los

volúmenes por especie, posterior a la medición directa del arbolado, se determinó a través de la fórmula de **Pressler**:

Fórmula mediante los cuales se obtuvo el volumen por especie:

$$V = (2/3 \times S_o \times h)$$

Donde:

V = Volumen total árbol

S_o = Área basal a 1.3 m de altura, Expresada por $(\pi \times (d^2 / 4))$

h = Altura

La memoria de cálculo se utilizó una hoja de Excel por especie maderable y no maderable, se presenta la memoria de cálculo (Anexo II), por lo que se presenta la determinación de la existencia por tipo de vegetación (Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia para la superficie del proyecto:

Tabla II.4.- Distribución de las áreas del Proyecto por Tipo de Vegetación.

POLÍ-GONO	ÁREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)	SUP. DE LA OBRA (ha)	SUPERFICIE DE CUSTF POR TIPO DE VEGETACIÓN		SUPERFICIE DE CUSTF/ POLÍGONO (ha)
				CUSTF EN SBC (ha)	CUSTF EN SMS (ha)	
1	Planta-Presa	67061.4445	6.7061	----	----	0.0000
2	Campamento	2588.6923	0.2589	----	0.2589	0.2589
3	Cerro Pelón	566.8413	0.0567	0.0567	----	0.0567
4	Enjambre	472.8453	0.0473	----	0.0473	0.0473
5	Enjambre C-P	437.2392	0.0437	0.0437	----	0.0437
6	El Salate	508.9206	0.0509	----	0.0509	0.0509
7	La Cero	467.9607	0.0468	----	0.0468	0.0468
8	Polvorín	388.0022	0.0388	0.0388	----	0.0388
9	Veta 3	692.5987	0.0693	----	0.0693	0.0693
10	Veta 6	734.7302	0.0735	0.0735	----	0.0735
11	Veta 9	892.7202	0.0893	0.0893	----	0.0893
12	M005	682.6108	0.0683	----	0.0683	0.0683
13	La 60	726.4061	0.0726	----	0.0726	0.0726
14	547	592.7243	0.0593	0.0593	----	0.0593
15	548	456.8783	0.0457	0.0457	----	0.0457
16	550	562.8489	0.0563	0.0563	----	0.0563
17	551	554.4495	0.0554	0.0554	----	0.0554
18	552	504.3120	0.0504	0.0504	----	0.0504
19	553-554	934.1461	0.0934	0.0934	----	0.0934
20	Presa de jales	1982.918	0.1983	----	----	0.0000
TOTAL		81809.2892	8.1809	0.6628	0.6140	1.2765

II.2.7.3. Censo realizado por tipo de vegetación (Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia) del Proyecto.

Tabla II.5- Existencia determinada en el área de Selva Baja Caducifolia maderable y no maderable (0.6628 ha).				
ID	Especie	nombre científico	Existencia SBC	
			N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	1	0.005
2	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	12	0.610
3	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	4	0.426
4	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	43	0.166
5	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	8	0.124
6	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	6	0.058
7	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	4	1.009
8	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	4	0.083
9	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	26	2.810
10	Camichina	<i>Ficus pertusa</i>	7	3.012
11	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	35	1.242
12	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	5	0.076
13	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	4	0.328
14	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	1	0.026
15	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	58	0.734
16	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	16	0.192
17	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	11	0.073
18	Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.073
19	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	10	1.216
20	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0.013
21	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	3	0.298
22	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	67	10.231
23	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	11	6.077
24	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	1	0.017
25	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.018
26	Navío	<i>conzattia multiflora</i>	1	0.023
27	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	5	0.028
28	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	2	0.833
29	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	12	0.730
30	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	3	0.028
31	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	12	0.137
32	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	16	0.776
33	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	8	0.507

Tabla II.5- Existencia determinada en el área de Selva Baja Caducifolia maderable y no maderable (0.6628 ha).				
ID	Especie	nombre científico	Existencia SBC	
			N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
34	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	11	3.820
35	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	3	0.038
36	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	17	0.658
37	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	3	0.117
38	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	9	0.028
39	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	2	1.207
40	Vara prieta	<i>Senna pallida</i>	1	0.021
41	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	25	0.806
42	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	8	0.431
Total Hectárea Tipo			480	39.105

Se observa que, respecto a la riqueza de las especies del área de Selva Baja Caducifolia, predominan las especies de Mauto (*Lysiloma divaricatum*), Cucharo (*Chloroleucon mangense*), Barba de chivo (*Pilosocereus alensis*), Cardón (*Pachycereus pecten-aborigenum*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y Vinolo (*Acacia cochliacantha*), estas especies concentran 254 individuos (52.92%) de 480 individuos en total.

Tabla II.6- Existencia determinada en el área de Selva Mediana SubCaducifolia maderable y no maderable (0.6140 ha).				
ID	Especie	nombre científico	Existencia SMS	
			N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	11	1.771
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	2	0.085
3	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	9	1.662
4	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	6	0.181
5	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	6	0.244
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	48	7.692
7	Camichina	<i>Ficus pertusa</i>	2	1.235
8	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	108	6.120
9	Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	2	0.033
10	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	1	0.305
11	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	4	0.120
12	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	2	0.113
13	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	1	0.007

Tabla II.6- Existencia determinada en el área de Selva Mediana SubCaducifolia maderable y no maderable (0.6140 ha).				
ID	Especie	nombre científico	Existencia SMS	
			N° Ind.	Volumen m³v.t.a.
14	Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.503
15	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	11	0.325
16	Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	4	0.069
17	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	7	0.236
18	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	13	0.142
19	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	3	0.115
20	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	27	6.488
21	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	5	0.611
22	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	9	1.238
23	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	22	9.178
24	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	19	7.512
25	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	3	0.137
26	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	0.102
27	Navío	<i>conzattia multiflora</i>	1	1.696
28	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	2	0.010
29	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	1	0.126
30	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	3	0.087
31	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	6	0.187
32	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	6	0.024
33	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	4	0.080
34	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	5	1.002
35	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	1	6.283
36	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	15	0.879
37	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	25	0.776
38	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	2	1.780
39	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	4	0.337
Total Hectárea Tipo			403	59.491

Se observa que, respecto a la riqueza de las especies de Selva Mediana Subcaducifolia, predominan las especies de Cardón (*Pachycereus pecten-aborigenum*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Hiza (*Sapium lateriflorum*), Taliste/Cabo de hacha (*Lonchocarpus lanceolatus*) y Mauto (*Lysiloma divaricatum*), estas especies concentran 230 individuos (57.07%) de 403 individuos en total.

II.2.7.4. Existencia total de especies para el área de cambio de uso del suelo.

Después de haber determinado los individuos por área a intervenir y la existencia por tipo de vegetación (Número de individuos y volumen por especie de selva baja caducifolia y de selva mediana subcaducifolia, se presenta un resumen general del área de cambio de uso de suelo por especie y la existencia total en la superficie de **1.2765 ha** de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya sea maderable y no maderable. En el anexo II se presenta los volúmenes del censo realizado por área.

Tabla II.7.- Resumen de la existencia de especies maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo				
ID	Especie	nombre científico	Existencia 1.2765 ha	
			Nº Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	1	0.005
2	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	23	2.381
3	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	6	0.511
4	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	17	1.786
5	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	12	0.239
6	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	4	1.009
7	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	10	0.327
8	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	74	10.502
9	Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	9	4.247
10	Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	2	0.033
11	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	6	0.381
12	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	8	0.448
13	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	3	0.139
14	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	1	0.007
15	Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.503
16	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	69	1.059
17	Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	4	0.069
18	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	23	0.428
19	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	24	0.215
20	Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.073
21	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	3	0.115
22	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	37	7.704
23	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	6	0.624
24	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	12	1.536
25	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	89	19.409
26	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	30	13.589
27	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	4	0.154
28	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	0.102

Tabla II.7.- Resumen de la existencia de especies maderables del estrato arbóreo en el área de cambio de uso del suelo				
ID	Especie	nombre científico	Existencia 1.2765 ha	
			Nº Ind.	Volumen m³v.t.a.
29	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.018
30	Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	2	1.719
31	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	7	0.038
32	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	3	0.959
33	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	15	0.817
34	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	9	0.215
35	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	18	0.161
36	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	16	0.776
37	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	4	0.080
38	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	5	1.002
39	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	8	0.507
40	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	11	3.820
41	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	1	6.283
42	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	3	0.038
43	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	32	1.537
44	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	28	0.893
45	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	2	1.207
46	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	1	0.021
47	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	2	1.780
48	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	29	1.143
49	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	8	0.431
Total maderable predial			688	91.040

Tabla II.8.- Resumen de la existencia de especies no maderables del estrato arbóreo del área de cambio de uso del suelo.				
ID	Especie	nombre científico	Existencia 1.2765 ha	
			Nº Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	43	0.166
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	143	7.362
3	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	9	0.028
Total no maderable predio			195	7.556

II.2.7.6. Cálculo del volumen del estrato arbustivo

El volumen forestal es un parámetro muy utilizado por los profesionales forestales para establecer la cantidad de madera de una o varias especies existentes en una determinada zona. De forma general, debido a la inexistencia de tablas volumétricas, el volumen se calculó de la forma siguiente:

Fórmula mediante la cual se obtuvo el volumen por especie:

$$V = \left(\frac{2}{3}\right) \times S_o \times h$$

Donde:

V = Volumen total árbol

S_o = Área basal a se tomó en cuenta el diámetro de la base de cada arbusto, donde se asumió que la forma de la sección es circular, Expresada por $(\pi \times (d^2 / 4))$

h = Altura, se empleó el método directo el cual consistió en medir con la forcípula (metro), desde la base hasta la punta de cada arbusto.

Factor de forma

A finales del siglo XIX, Toward desarrolla la idea de los factores como una respuesta a las dificultades surgidas del uso de los sólidos en revolución. La idea de Toward plantea que el factor de forma relaciona forma y volumen a través de una relación entre el volumen real del fuste y el de un sólido de revolución.

Para este caso en la fórmula se utiliza la constante de "2/3" (0.666).

A continuación, se reportan los volúmenes para el estrato arbustivo.

Tabla II.9.- Cálculo de Existencia de individuos y volumen de arbustos maderables y no maderables del área de cambio de uso del suelo.

ID	Especie	nombre científico	Existencia 1.2765 ha	
			Nº Ind.	Volumen m³v.t.a.
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	43	0.0130
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	7	0.0002
3	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	99	0.0370
4	Bironche/Bicho	<i>Diphysa puberulenta</i>	234	0.0152
5	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	85	0.0224
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	50	0.0264

7	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	28	0.0191
8	Carrizo	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	213	0.0130
9	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	28	0.0009
10	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	7	0.0316
11	Compio	<i>Entada polystachya</i>	248	0.6439
12	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	35	0.0021
13	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	567	0.0660
14	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	149	0.0484
15	Cuilón	<i>Diphsa occidentalis</i>	7	0.0111
16	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	560	0.2306
17	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	71	0.0267
18	Hierba del toro	<i>Tridax procumbens</i>	1837	0.0614
19	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	71	0.0198
20	Huirote blanco	<i>Serjania palmeri</i>	7	0.0047
21	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	113	0.0129
22	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	14	0.0004
23	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	213	0.1582
24	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	7	0.0002
25	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	78	0.0342
26	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	142	0.2307
27	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	71	0.0429
28	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	78	0.0045
29	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	57	0.0235
30	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	7	0.0001
31	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	28	0.0153
32	San Juan	<i>Jacquinia pungens</i>	7	0.0030
33	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	78	0.0462
34	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	78	0.0220
Total maderable estrato arbustivo predial			5,317	1.90900

Tabla II.10 Resumen de existencia de individuos de arbustos no maderables en el área de cambio de uso del suelo (PREDIO).

ID	Especie	Nombre científico	Estimación Total Nº Ind.	Estimación Volumen m³v.t.a.
1	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	7	0.0023
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	184	0.1791
3	Cuicuiltle	<i>Bromelia karatas</i>	7	0.0046
4	Nopal	<i>Opuntia puberula</i>	14	0.0027
5	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	7	0.0214

6	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	78	0.1230
		TOTAL	297	0.31180

II.2.7.7. Cálculo del número de individuos del estrato herbáceo

Tabla II.11 Cálculo de la Existencia de individuos del estrato herbáceo en el área de cambio de uso del suelo.

Sitio	Especie	Nombre científico	Muestreo N° Ind.	Estimación total N° Ind.
1	Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	22	3695
2	Hierba del toro	<i>Blechum brownei</i>	127	21331
3	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	504
4	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	19	3191
5	Zacate plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i>	52	8734
TOTAL			223	37,455

De lo anterior, podemos concluir que se removerán 6,497 individuos, de los cuales 688 serán maderables arbóreas, 195 serán no maderables arbóreas, 5,317 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 297 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos calculados serán 37,455 plantitas).

Tabla II.12.- Resumen de recursos forestales a remover

Obra	Número de ejemplares a remover en 1.2765 ha			
	Ejemplares maderables arbóreos	Ejemplares no maderables arbóreos	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables
Proyecto	688	195	5,317	297
TOTAL	6,497			

Con un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 98.596 m³vta, vegetación arbórea.

Respecto al destino de la madera obtenida del desmonte de la vegetación, se da a conocer que toda la madera será donada para su utilización a los Residentes del poblado El Tule, siendo una comunidad, prácticamente aledaña al proyecto.

II.2.7.8 Determinación del valor de importancia de las especies

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes.

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.* (1993) como:

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

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

Toda vez que la dominancia de una especie tiene relación directa con el espacio que ocupa sobre el terreno, dicho factor también se puede estimar directamente con los datos de cobertura de las especies. Se señala que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

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

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

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

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

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

II.2.7.8.1 Resultados del valor de importancia de las especies para cada comunidad vegetal por afectar.

En este tipo de vegetación el estrato arbóreo presenta 52 especies distintas, de las cuales el Cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) es la que obtuvo el valor de importancia más alto con 34.26%; en el caso del estrato arbustivo se obtuvo que la especie la especie Hierba del Toro (*Tridax procumbens*), con un valor de 47.57% es la que registró el valor de importancia más alto de 40 especies, en comparación con las especies que obtuvieron el valor más bajo con 1.02%, que se encuentran las especies Arrayán (*Psidium sartorianum*), Nanchi (*Byrsonimia crassifolia*) y Pelotazo (*Abutilon trisulcatum*); y para el estrato herbáceo la especie Hierba del Toro (*Tridax procumbens*), con el valor de importancia más alto (153.63%) de 5 especies registradas y una especie es la que se encuentra con 6.97%, que obtuvieron el valor de importancia más bajo. Con estos valores se conoce que las especies con el valor de importancia (Anexo 3) más alto son las más importantes ecológicamente para la comunidad vegetal, siendo las mejor adaptadas a las condiciones locales y por ende las de mayor presencia en este tipo de vegetación.

Tabla II.13.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbóreo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	1	0.11	0.44	0.01	0.57
2	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	23	2.60	3.98	2.29	8.88
3	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	6	0.68	1.33	0.56	2.57
4	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	43	4.87	1.33	0.49	6.69
5	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	17	1.93	1.77	1.58	5.27
6	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	12	1.36	3.54	0.44	5.34
7	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	4	0.45	1.33	0.90	2.68
8	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	10	1.13	2.65	0.52	4.30
9	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	74	8.38	4.42	13.04	25.85
10	Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	9	1.02	2.21	3.86	7.09
11	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	143	16.19	5.75	12.31	34.26
12	Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	2	0.23	0.44	0.06	0.73
13	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	6	0.68	0.88	0.41	1.97
14	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	8	0.91	1.33	0.67	2.90
15	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	3	0.34	0.88	0.17	1.39
16	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	1	0.11	0.44	0.01	0.57
17	Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0.11	0.44	0.44	0.99
18	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	69	7.81	3.98	2.35	14.15
19	Cupia	<i>Sideoxylon persimile</i>	4	0.45	0.44	0.12	1.02
20	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	23	2.60	2.65	0.80	6.06
21	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	24	2.72	3.10	0.41	6.23
22	Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.23	0.44	0.09	0.76
23	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	3	0.34	0.44	0.14	0.93
24	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	37	4.19	5.75	6.07	16.01
25	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	6	0.68	1.33	0.63	2.63
26	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	12	1.36	3.10	1.40	5.86
27	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	89	10.08	5.75	16.90	32.73
28	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	30	3.40	3.54	10.31	17.25
29	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	4	0.45	0.88	0.21	1.55
30	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	0.23	0.88	0.09	1.20
31	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.23	0.44	0.05	0.71
32	Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	2	0.23	0.88	0.95	2.06
33	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	7	0.79	2.21	0.10	3.11
34	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	3	0.34	1.33	1.09	2.75
35	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	15	1.70	3.98	1.01	6.69

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
36	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	9	1.02	1.77	0.34	3.13
37	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	18	2.04	1.77	0.34	4.14
38	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	16	1.81	3.10	1.17	6.08
39	Periquillo/Pan alillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	4	0.45	0.88	0.12	1.46
40	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	5	0.57	0.88	0.97	2.43
41	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	8	0.91	1.33	0.87	3.10
42	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	11	1.25	2.21	3.17	6.62
43	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	1	0.11	0.44	4.55	5.11
44	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	3	0.34	0.88	0.09	1.31
45	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	32	3.62	3.54	2.10	9.26
46	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	28	3.17	1.77	1.14	6.09
47	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	9	1.02	1.77	0.10	2.89
48	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	2	0.23	0.44	1.10	1.77
49	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	1	0.11	0.44	0.05	0.60
50	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	2	0.23	0.88	1.29	2.40
51	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	29	3.28	2.21	1.37	6.87
52	Walamo/Uvala ma	<i>Vitex mollis</i>	8	0.91	1.33	0.76	2.99
		TOTAL	883	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla II.14.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbustivo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	43	0.77	2.59	0.92	4.27
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	7	0.12	0.86	0.03	1.02
3	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	7	0.12	0.86	0.28	1.26
4	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	99	1.76	1.72	1.72	5.21
5	Bironche/Bicho	<i>Diphyssa puberulenta</i>	234	4.17	3.45	1.01	8.63
6	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	85	1.51	0.86	1.20	3.57
7	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	50	0.89	0.86	0.95	2.70

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
8	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	28	0.50	1.72	1.11	3.33
9	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	184	3.28	4.31	19.96	27.55
10	Carrizo	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	213	3.79	0.86	0.92	5.58
11	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	28	0.50	0.86	0.12	1.48
12	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	7	0.12	0.86	0.77	1.75
13	Compio	<i>Entada polystachya</i>	248	4.42	7.76	9.52	21.70
14	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	35	0.62	0.86	0.15	1.64
15	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	567	10.10	6.90	3.66	20.65
16	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	149	2.65	5.17	2.52	10.34
17	Cuicuiltle	<i>Bromelia karatas</i>	7	0.12	0.86	0.77	1.75
18	Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	7	0.12	0.86	0.28	1.26
19	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	560	9.98	6.03	10.26	26.27
20	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	71	1.26	0.86	1.23	3.35
21	Hierba del toro	<i>Tridax procumbens</i>	1837	32.72	6.90	7.95	47.57
22	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	71	1.26	4.31	1.38	6.96
23	Huirote blanco	<i>Serjania palmeri</i>	7	0.12	0.86	0.28	1.26
24	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	113	2.01	1.72	1.04	4.78
25	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	14	0.25	1.72	0.06	2.04
26	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	213	3.79	5.17	5.44	14.40
27	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	7	0.12	0.86	0.03	1.02
28	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	78	1.39	1.72	1.35	4.47
29	Nopal	<i>Opuntia puberula</i>	14	0.25	0.86	0.55	1.66
30	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	142	2.53	6.90	7.19	16.61
31	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	71	1.26	2.59	2.30	6.15
32	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	78	1.39	2.59	0.34	4.31
33	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	57	1.02	2.59	1.41	5.01
34	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	7	0.12	0.86	0.03	1.02
35	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	7	0.12	0.86	1.97	2.95
36	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	28	0.50	1.72	0.80	3.02
37	San Juan	<i>Jacquinia pungens</i>	7	0.12	0.86	0.28	1.26
38	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	78	1.39	3.45	1.78	6.62
39	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	78	1.39	1.72	7.46	10.58
40	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	78	1.39	2.59	0.98	4.96
		TOTAL	5614	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla II.15.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato herbáceo.

ID	Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
1	Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	3695	9.87	28.57	8.62	47.06
2	Hierba del toro	<i>Blechum brownei</i>	21331	56.95	28.57	68.10	153.63
3	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	504	1.35	4.76	0.86	6.97
4	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	3191	8.52	28.57	8.62	45.71
5	Zacate plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i>	8734	23.32	9.52	13.79	46.64
		TOTAL	37,455	100.00	100.00	100.00	300.00

II.2.7.9 Abundancia relativa e Índice de riqueza (Shannon)

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones optimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde: H = Índice de diversidad de Shannon.
 p_i = Abundancia relativa de especies.

$$H' \text{ max} = \log S$$

Donde S = número de especies de la población.

II.2.7.9.1 Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los estratos de la vegetación presente (Anexo 3), lo cual nos dio que para el estrato arbóreo se obtuvo un valor para el Índice de Shannon-Wiener de 3.2250 y una H max= 3.9512, con lo que se determina que se trata de un estrato heterogéneo y con una diversidad Media-Alta de acuerdo con Shannon-Wiener, cuya riqueza es de 52 especies, se puede inferir que el ecosistema se encuentra en buen estado.

El estrato arbustivo se encuentra aparentemente heterogéneo ya que para el Índice de Shannon obtuvo un valor de 2.6733 y de H máx= 3.6888 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 40 especies y se puede inferir en base a estos resultados que el ecosistema se encuentra en estado moderado.

Por último, el estrato herbáceo, se trata de un estrato con un valor para el índice de Shannon de 1.1564 y una H máx= 1.6095, que son valores

considerablemente distantes, con una diversidad baja de acuerdo con Shannon, una riqueza de 5 especies.

Tabla II.16.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo

Nº	Especie	Nombre científico	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	$\ln p(i)$	$p(i) \cdot \ln p(i)$
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	1	0.0011	-6.7833	-0.0077
2	Amapa prieta	Tabebuia impetiginosa	23	0.0260	-3.6478	-0.0950
3	Arrayán	Psidium sartorianum	6	0.0068	-4.9916	-0.0339
4	Barba de chivo	Pilosocereus alensis	43	0.0487	-3.0221	-0.1472
5	Barreta	Wimmeria mexicana	17	0.0193	-3.9501	-0.0760
6	Berraco	Stemmadenia tomentosa	12	0.0136	-4.2984	-0.0584
7	Bolillo/Trucha	Albizia occidentalis	4	0.0045	-5.3970	-0.0244
8	Bonete	Jatropha peltata	10	0.0113	-4.4807	-0.0507
9	Brasil	Haematoxylum brasiletto	74	0.0838	-2.4793	-0.2078
10	Camichina	Ficus cotinifolia	9	0.0102	-4.5861	-0.0467
11	Cardón	Pachycereus pecten-aboriginum	143	0.1619	-1.8205	-0.2948
12	Carne de gallina	Mascagnia macroptera	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
13	Colorín	Erythrina occidentalis	6	0.0068	-4.9916	-0.0339
14	Copalillo	Bursera bipinnata	8	0.0091	-4.7039	-0.0426
15	Copalquín	Courea pterosperma/Hintonia latiflora	3	0.0034	-5.6847	-0.0193
16	Crucesilla	Randia mitis	1	0.0011	-6.7833	-0.0077
17	Cuajilote	Pseudobombax ellipticum	1	0.0011	-6.7833	-0.0077
18	Cucharo	Chloroleucon mangense	69	0.0781	-2.5492	-0.1992
19	Cupía	Sideorxylon persimile	4	0.0045	-5.3970	-0.0244
20	Frutillo	Rivina humilis	23	0.0260	-3.6478	-0.0950
21	Garrapatilla	Casearia dolichophylla	24	0.0272	-3.6053	-0.0980
22	Guajillo	Leucaena leucocephala	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
23	Guayabillo	Eugenia sinaloae	3	0.0034	-5.6847	-0.0193
24	Hiza	Sapium lateriflorum	37	0.0419	-3.1724	-0.1329
25	Jumay	Lonchocarpus guatemalensis	6	0.0068	-4.9916	-0.0339
26	Jútamo	Gyrocarpus americanus	12	0.0136	-4.2984	-0.0584
27	Mauto	Lysiloma divaricata	89	0.1008	-2.2947	-0.2313
28	Mora amarilla	Maclura tinctoria	30	0.0340	-3.3821	-0.1149
29	Mora hedionda	Senna atomaria	4	0.0045	-5.3970	-0.0244
30	Muelilla	Zanthoxylum fagara	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
31	Nanchi	Byrsonima crassifolia	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
32	Navío	Conzattia multiflora	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
33	Negrito	Karwinskia parvifolia	7	0.0079	-4.8374	-0.0383
34	Palo blanco	Ipomoea arborescens	3	0.0034	-5.6847	-0.0193
35	Palo sapo o Jaboncillo	Sapindus saponaria	15	0.0170	-4.0753	-0.0692
36	Palo zorrillo	Zanthoxylum arborescens	9	0.0102	-4.5861	-0.0467
37	Papasolte	Physodium corymbosum	18	0.0204	-3.8930	-0.0794
38	Papelillo rojo	Bursera simaruba	16	0.0181	-4.0107	-0.0727

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
39	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	4	0.0045	-5.3970	-0.0244
40	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	5	0.0057	-5.1739	-0.0293
41	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	8	0.0091	-4.7039	-0.0426
42	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	11	0.0125	-4.3854	-0.0546
43	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	1	0.0011	-6.7833	-0.0077
44	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	3	0.0034	-5.6847	-0.0193
45	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	32	0.0362	-3.3176	-0.1202
46	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	28	0.0317	-3.4511	-0.1094
47	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	9	0.0102	-4.5861	-0.0467
48	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
49	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	1	0.0011	-6.7833	-0.0077
50	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	2	0.0023	-6.0902	-0.0138
51	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	29	0.0328	-3.4160	-0.1122
52	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	8	0.0091	-4.7039	-0.0426
		Total	883	1.0000	I. Shannon	3.2250
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				3.9512
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.8162

Taxa_S	52
Individuals	883
Dominance_D	0.06331
Simpson_1-D	0.9367
Shannon_H	3.225
Evenness_e^H/S	0.4837
Brillouin	3.115
Menhinick	1.75
Margalef	7.518
Equitability_J	0.8162
Fisher_alpha	12.08

☐ Bootstrap (95% confidence)

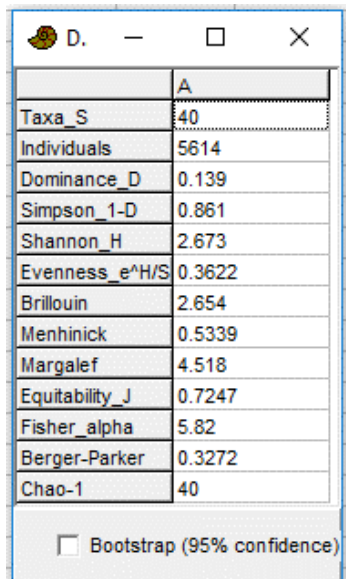
Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software¹.

Tabla II.17.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

¹ Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontología. Electrónica 4(1):9 pp.

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	43	0.0077	-4.8718	-0.0373
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
3	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
4	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	99	0.0176	-4.0379	-0.0712
5	Bironche/Bicho	<i>Diphysa puberulenta</i>	234	0.0417	-3.1777	-0.1325
6	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	85	0.0151	-4.1904	-0.0634
7	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	50	0.0089	-4.7210	-0.0420
8	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	28	0.0050	-5.3008	-0.0264
9	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	184	0.0328	-3.4181	-0.1120
10	Carrizo	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	213	0.0379	-3.2717	-0.1241
11	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	28	0.0050	-5.3008	-0.0264
12	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
13	Compio	<i>Entada polystachya</i>	248	0.0442	-3.1196	-0.1378
14	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	35	0.0062	-5.0777	-0.0317
15	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	567	0.1010	-2.2927	-0.2316
16	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	149	0.0265	-3.6291	-0.0963
17	Cuicuixtle	<i>Bromelia karatas</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
18	Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
19	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	560	0.0998	-2.3051	-0.2299
20	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	71	0.0126	-4.3703	-0.0553
21	Hierba del toro	<i>Tridax procumbens</i>	1837	0.3272	-1.1171	-0.3655
22	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	71	0.0126	-4.3703	-0.0553
23	Huirote blanco	<i>Serjania palmeri</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
24	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	113	0.0201	-3.9056	-0.0786
25	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	14	0.0025	-5.9940	-0.0149
26	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	213	0.0379	-3.2717	-0.1241
27	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
28	Negríto	<i>Karwinskia parvifolia</i>	78	0.0139	-4.2763	-0.0594
29	Nopal	<i>Opuntia puberula</i>	14	0.0025	-5.9940	-0.0149
30	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	142	0.0253	-3.6772	-0.0930
31	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	71	0.0126	-4.3703	-0.0553
32	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	78	0.0139	-4.2763	-0.0594
33	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	57	0.0102	-4.5900	-0.0466
34	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
35	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
36	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	28	0.0050	-5.3008	-0.0264
37	San Juan	<i>Jacquinia pungens</i>	7	0.0012	-6.6871	-0.0083
38	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	78	0.0139	-4.2763	-0.0594
39	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	78	0.0139	-4.2763	-0.0594
40	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	78	0.0139	-4.2763	-0.0594
		total	5614	1.0000		2.6733

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				3.6888
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.7247



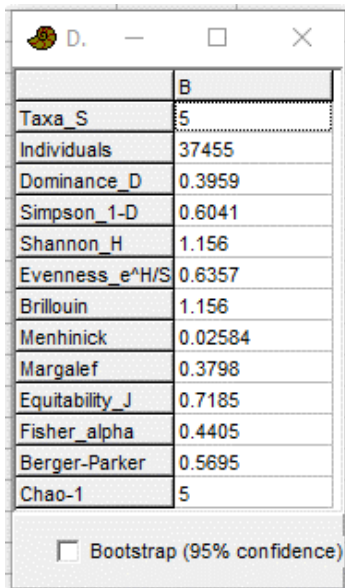
	A
Taxa_S	40
Individuals	5614
Dominance_D	0.139
Simpson_1-D	0.861
Shannon_H	2.673
Evenness_e^H/S	0.3622
Brillouin	2.654
Menhinick	0.5339
Margalef	4.518
Equitability_J	0.7247
Fisher_alpha	5.82
Berger-Parker	0.3272
Chao-1	40

☐ Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

Tabla II.18.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Cordoncillo	Elytraria imbricata	3695	0.0987	-2.3162	-0.2285
2	Hierba del toro	Blechum brownei	21331	0.5695	-0.5630	-0.3206
3	Muelilla	Zanthoxylum fagara	504	0.0135	-4.3083	-0.0580
4	Pelotazo	Abutilon trisulcatum	3191	0.0852	-2.4628	-0.2098
5	Zacate plumilla	Leptochloa filiformis	8734	0.2332	-1.4559	-0.3395
		total	37455	1.00		1.1564
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				1.6095
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.7185



	B
Taxa_S	5
Individuals	37455
Dominance_D	0.3959
Simpson_1-D	0.6041
Shannon_H	1.156
Evenness_e^H/S	0.6357
Brillouin	1.156
Menhinick	0.02584
Margalef	0.3798
Equitability_J	0.7185
Fisher_alpha	0.4405
Berger-Parker	0.5695
Chao-1	5

☐ Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software.

II.2.8. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

De acuerdo al Artículo 7 Fracción XLVI de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable se entiende que los Recursos biológicos forestales; Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.

La importancia de la valoración económica ambiental radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo o si son o no comercializables que nos permita analizar en qué medida se estará aprovechando o afectando el entorno natural.

II.2.8.1 Valoración económica de la Biodiversidad.

Con el fin de desarrollar una perspectiva en la valoración de la biodiversidad, y por ende de los servicios ecosistémicos, es necesario en primer lugar, proporcionar una discusión clara de lo que significa el valor y del papel de la "valoración" en la formulación de políticas ambientales. En este sentido, las

cuestiones ambientales y los ecosistemas han sido el centro de muchos debates recientes sobre el valor filosófico (NRC, 2004). Fundamentalmente, estos debates sobre el valor de los ecosistemas se derivan de dos puntos de vista.

El primero es que los valores de los ecosistemas y sus servicios no son antropocéntricos y que las especies no humanas tienen derechos en sí mismos.

El otro, que incluye el enfoque económico de la valoración, es que todos los valores son antropocéntricos. Sin embargo, se reconoce que todas las formas de valor en última instancia, puede contribuir a las decisiones sobre el uso de los ecosistemas, la preservación, o la restauración.

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

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

Antes de valorar económicamente la biodiversidad es necesario cuantificarla físicamente, subdividirla en elementos más tangibles a los cuales es más fácil asignar precios de mercado. De manera general, la biodiversidad se puede describir en términos de genes, especies y ecosistemas que corresponden a los tres niveles fundamentales y jerárquicos de organización biológica.

La biodiversidad genética es la suma de la información genética contenida en los genes de los individuos de plantas, animales y micro-organismos.

Las especies son la población en la cual cada flujo de genes ocurre bajo condiciones naturales.

La diversidad ecosistémica se refiere a los distintos hábitats, comunidades bióticas y procesos ecológicos en la biósfera, así como la diversidad en los ecosistemas. Sin embargo, para efectos de valoración, la siguiente caracterización de los bienes de biodiversidad nos permitirá expresar su valor en el mercado, ya que para éstos existen usos actuales y potenciales:

Funciones Ecosistémicas:

Son las relaciones (flujos energéticos) entre los distintos elementos de un ecosistema.

Bienes Ambientales

Son los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo que se gastan y transforman en el proceso.

Servicios Ambientales

Tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, como, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema. Son las funciones ecosistémicas utilizadas por el hombre y al que le generan beneficios económicos.

II.2.8.2. El valor económico total de Bienes y Servicios Ambientales.

De la misma manera como se diferencian las funciones ecosistémicas y los servicios ambientales, se pueden visualizar las diferencias entre bienes y servicios ambientales. Esto facilita el análisis de cualquier problemática ambiental.

Los servicios ambientales son funciones ecosistémicas (no tangibles) y los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades económicas (tangibles).

El valor de los bienes, servicios y funciones que los recursos naturales y ambientales generan pueden ser divididos en varias categorías.

La leña que recolectan las familias rurales para su propio consumo o su producción agrícola para autoconsumo no es transada ni valorada en el mercado. Tampoco lo es la función de protección contra vientos y mareas que cumplen los manglares en las zonas costeras tropicales, o la capacidad de absorción de residuos que cumple el caudal de un río depositario de efluentes urbanos o la belleza escénica que provee la majestuosidad de un volcán nevado.

No obstante, todos ellos constituyen, directa o indirectamente, beneficios importantes para el hombre. Se distingue, de esta forma, dos tipos de valores:

- Valores de bienes de mercado
- Valores de bienes de no-mercado

Según se determinen en el uso directo o no-directo

Los beneficios que los recursos naturales brindan pueden realizarse (obtenerse) de diversas formas. Por ejemplo: los beneficios recreacionales de un lago pueden materializarse mediante su uso directo, es decir, visitando el lugar; alternativamente, en forma indirecta, degustando un salmón que otro individuo capturó en ese mismo lago o gozando de la visión de una buena fotografía del lugar. Se distingue, de esta forma, dos tipos de valores:

- Valores de uso directo
- Valores de uso indirecto

El método de valoración directa, se basa en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad (Valores Directos de Mercado) y el método de valoración indirecta, hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Este último se usa cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en un mercado establecido. (Valores sustitutos de mercado, uso de mercados subrogados).

II.2.8.3.- Estimación económica de los recursos Flora y Fauna del área sujeta al cambio de uso de suelo.

La fauna silvestre mexicana ha tenido una gran importancia en la cultura y la economía de nuestra sociedad (Alcérreca Aguirre *et al.*, 1988; Pérez-Gil *et al.*, 1995). La multiplicidad de sus usos y valores ha variado según el tiempo, el espacio y los grupos étnicos, así como con las modas que impone la sociedad.

Actualmente se reconocen cuatro principales valores en la fauna silvestre: valor de uso, valor de cambio, valor de opción y valor de existencia (Pérez-Gil *et al.*, 1995). El primero se refiere al valor directo y tangible que los usuarios de los recursos naturales obtienen para subsistir (por ejemplo cacería de subsistencia, obtención de partes animales para la confección de prendas); el segundo señala el intercambio comercial o trueque con animales vivos como mascotas; el valor de opción se refiere a la suma de alternativas, bienes, usos y servicios futuros que están estrechamente relacionados con el potencial genético de la fauna mexicana; el cuarto es el valor intrínseco, es decir, por el simple hecho de ser seres vivos como parte del patrimonio natural y cultural de los mexicanos.

La fauna silvestre en el país es aprovechada de distintas maneras. La más común son los distintos tipos de cacería como la de subsistencia (para alimentación doméstica), deportiva, con fines comerciales (la cual se considera ilegal), de control de plagas y la cacería ritual (practicada por grupos indígenas para la reafirmación y preservación de las tradiciones que forman parte de su cultura).

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales por afectar, fue necesario realizar una investigación bibliográfica de las especies sujetas a cambio de uso de suelo, así mismo se consultaron los precios de mercado de los recursos comercializados de flora y fauna, mismos que son utilizados para asignar valores indirectos a los recursos que no tengan un mercado existente, como sucede en la mayoría de las especies localizadas en el área de cambio de uso del suelo.

II.2.8.3.1 Estimación económica de la flora en el área de cambio de uso del suelo.

En el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el desarrollo del proyecto en cuestión, se consideraron dentro de esta, especies maderables y no maderables que fueron valorados de forma directa e indirecta según el uso potencial de la especie, clasificándolos en 3 estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo definido básicamente por su comportamiento, en listadas en las tablas que a continuación se presentan.

Tabla II.19 Especies del estrato arbóreo maderables

ID	Especie	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	Sin Categoría
2	Amapa prieta	Tabebuia impetiginosa	Amenazada, No endémica
3	Arrayán	Psidium sartorianum	Sin Categoría
4	Barreta	Wimmeria mexicana	Sin Categoría
5	Berraco	Stemmadenia tomentosa	Sin Categoría
6	Bolillo/Trucha	Albizia occidentalis	Amenazada, No endémica
7	Bonete	Jatropha peltata	Sin Categoría
8	Brasil	Haematoxylum brasiletto	Sin Categoría
9	Camichina	Ficus cotinifolia	Sin Categoría
10	Carne de gallina	Mascagnia macroptera	Sin Categoría
11	Colorín	Erythrina occidentalis	Sin Categoría
12	Copalillo	Bursera bipinnata	Sin Categoría
13	Copalquín	Courea pterosperma/Hintonia latiflora	Sin Categoría
14	Crucesilla	Randia mitis	Sin Categoría
15	Cuajilote	Pseudobombax ellipticum	Sin Categoría
16	Cucharo	Chloroleucon mangense	Sin Categoría
17	Cupía	Sideorxylon persimile	Sin Categoría
18	Frutillo	Rivina humilis	Sin Categoría
19	Garrapatilla	Casearia dolichophylla	Sin Categoría
20	Guajillo	Leucaena leucocephala	Sin Categoría
21	Guayabillo	Eugenia sinaloae	Sin Categoría
22	Hiza	Sapium lateriflorum	Sin Categoría
23	Jumay	Lonchocarpus guatemalensis	Sin Categoría
24	Jútamo	Gyrocarpus americanus	Sin Categoría
25	Mauto	Lysiloma divaricata	Sin Categoría
26	Mora amarilla	Maclura tinctoria	Sin Categoría
27	Mora hedionda	Senna atomaria	Sin Categoría
28	Muelilla	Zanthoxylum fagara	Sin Categoría
29	Nanchi	Byrsonima crassifolia	Sin Categoría
30	Navío	Conzattia multiflora	Sin Categoría
31	Negríto	Karwinskia parvifolia	Sin Categoría
32	Palo blanco	Ipomoea arborescens	Sin Categoría
33	Palo sapo o Jaboncillo	Sapindus saponaria	Sin Categoría
34	Palo zorrillo	Zanthoxylum arborescens	Sin Categoría
35	Papasolte	Physodium corymbosum	Sin Categoría

ID	Especie	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
36	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Sin Categoría
37	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	Sin Categoría
38	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Sin Categoría
39	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Sin Categoría
40	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	Sin Categoría
41	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	Sin Categoría
42	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	Sin Categoría
43	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	Sin Categoría
44	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Sin Categoría
45	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Sin Categoría
46	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	Sin Categoría
47	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	Sin Categoría
48	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría
49	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	Sin Categoría

Tabla II.20. Especies del estrato arbóreo no maderables

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	Sin Categoría
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin Categoría
3	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	Sin Categoría

Tabla II.21. Especies del estrato arbustivo maderables

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	Sin Categoría
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	Sin Categoría
3	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Sin Categoría
4	Bironche/Bicho	<i>Diphysa puberulenta</i>	Sin Categoría
5	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	Sin Categoría
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
7	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	Sin Categoría
8	Carrizo	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Sin Categoría
9	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	Sin Categoría
10	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	Sin Categoría
11	Compio	<i>Entada polystachya</i>	Sin Categoría

12	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	Sin Categoría
13	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	Sin Categoría
14	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	Sin Categoría
15	Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	Sin Categoría
16	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	Sin Categoría
17	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	Sin Categoría
18	Hierba del toro	<i>Tridax procumbens</i>	Sin Categoría
19	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	Sin Categoría
20	Huirote blanco	<i>Serjania palmeri</i>	Sin Categoría
21	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Sin Categoría
22	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	Sin Categoría
23	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sin Categoría
24	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Sin Categoría
25	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	Sin Categoría
26	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	Sin Categoría
27	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
28	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	Sin Categoría
29	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Sin Categoría
30	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin Categoría
31	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	Sin Categoría
32	San Juan	<i>Jacquinia pungens</i>	Sin Categoría
33	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	Sin Categoría
34	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría

Tabla II.22. Especies del estrato arbustivo no maderables

ID	ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059- SEMARNAT-2010
1	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	Sin Categoría
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin Categoría
3	Cuicuitlle	<i>Bromelia karatas</i>	Sin Categoría
4	Nopal	<i>Opuntia puberula</i>	Sin Categoría
5	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	Sin Categoría
6	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	Sin Categoría

Tabla II.23. Especies del estrato herbáceo

Nº	Especie	Nombre científico	NOM-059- SEMARNAT-2010
1	Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	Sin Categoría
2	Hierba del toro	<i>Blechum brownei</i>	Sin Categoría
3	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sin Categoría
4	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin Categoría
5	Zacate plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i>	Sin Categoría

En el estrato arbóreo se estimaron 883 individuos, pertenecientes a 52 especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en una superficie de 1.2765 ha, la valoración económica se realizó de forma directa.

Para el estrato arbustivo se estimaron 5,614 individuos, pertenecientes a 40 especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo, cuyos costos fueron estimados mediante valoración directa e indirecta.

Para el estrato herbáceo se registraron 37,455 individuos pertenecientes a 5 especies distribuidas en el área bajo cambio de uso del suelo, no se estimará la valoración económica, por causa de que la mayoría de las especies no tienen un aprovechamiento forestal como tal.

II.2.8.3.2 Estimación económica de la flora arbórea

Para estar en posibilidades de conocer las especies y el volumen de materias primas forestales, respecto al proyecto, se realizó un muestreo de especies.

Se trata de un macizo forestal irregular, incoetáneo, constituido por vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, con alteraciones aisladas de tipo antropogénico, con espesura que varía en el 75-85% en promedio, ya que existen algunas áreas que no presentan vegetación, donde su estado sanitario es aceptable, con una perturbación media.

Para el cálculo de los recursos maderables, la gran mayoría de los productos, no es una práctica habitual su aprovechamiento, no se comercializan, por lo tanto el valor que se les da para el cálculo que nos ocupa, es en caso de que fueran a comercializarse, y se calcula por el porcentaje de aprovechamiento de cada especie por valor que se obtiene en el mercado, por ejemplo para los individuos donde se vende Libre a Bordo para trocería por metro cúbico, obteniendo un 85% para primarios y 15% aproximadamente para desperdicio, por lo que se presenta con un precio Libre a Bordo de \$ 1,585.24 para productos Primarios por m³ para las comunes tropicales y para el predio de las preciosas como es el Venadillo, se presenta un precio Libre en brecha de \$4,341.02 para Primario y de \$2,717.84 Secundarios (Precios de

productos forestales maderables, Reporte Trimestral Julio/Septiembre de 2017, CONAFOR).

Fórmula: Valor económico = Volumen estimado X % de aprov. X Valor unitario

Tabla II.24. Ejemplo de valor económico para una especie maderable

Nombre común	Volumen (m ³ .v.t.a.)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Brasil	10.502	85	Poste y Aserrío	1,585.24	14,150.96

Se cuenta con un volumen de la especie de 10.502 metros cúbicos volumen total árbol, multiplicado por el 85% de primarios, daría un volumen comercializable de 10.9267 metros cúbicos tabla, multiplicando por el valor del metro cúbico \$ 1,585.24 pesos, nos da un valor total de la especie de \$14,150.96, como resultado del cálculo, se toman solo los enteros, por lo tanto, para el cálculo del listado de especie presente en el predio se utiliza una hoja de Excel.

Tabla II.25. Ejemplo de valor económico para una especie no maderable

Nombre común	Superficie CUS ha	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Cardón	1.2765	100	Servicios Ambientales	\$ 667.42/ha	851.96

Para el cálculo del valor económico de una especie no maderable, se toma en cuenta a la CONAFOR en conjunto con la SEMARNAT en sus esfuerzos por lograr La restauración de los recursos forestales, sus recursos asociados y la protección de las cuencas, ofrece un programa de pago por servicios ambientales, del cual se ha tomado como referencia el costo para la valoración económica de los servicios que presenta la especie dentro del predio.

Del documento “**Reglas de Operación del Programa ProArbol 2009**”, publicado en el Diario Oficial de la Federación 26 de Febrero de 2019, el cual se presenta como monto por hectárea, por tipo de ecosistema, como se observa a continuación.

Tabla II.26. Costo servicios ambientales por hectárea

Concepto	Salario Mínimo Vigente en el Distri Federal (SMVDF)	Monto Salario mínimo vigente \$	Monto por hectárea (pesos)
Pago por Servicios Hidrológicos	6.5	102.68	\$ 667.42

Para este cálculo no se toma en cuenta el volumen, estas especies presentan servicios ambientales dentro del predio, por lo tanto, se toma un aprovechamiento del 100%, y se calcula multiplicando el monto anterior por hectárea: \$382, por el número de

hectáreas del predio, para el caso 1.2765 ha. (para este tipo de especies se hace el cálculo por especie por separado en la superficie del predio).

Valor de la especie dentro del predio = \$ 667.42 x 1.2765 ha = \$ 851.96

También, como resultado del cálculo se redondean las cifras para el manejo de pesos.

Para el cálculo de carbón, se toman 5 metros cúbicos de madera para obtener una tonelada de carbón, si en 3 kg de carbón presenta un precio de \$43.00 entonces podemos afirmar que cada tonelada de carbón presenta un precio de \$14,333.33 pesos. Entonces podemos afirmar que, un metro cúbico de madera puede equivaler a \$2,866.67 pesos, si lo convertimos a carbón.

Con respecto a la estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo, cabe mencionar que el factor que más influye son las especies presentes que de alguna manera tienen un valor en el mercado por los productos que se obtienen de ellas, que sin duda define la importancia o no de la vegetación que se verá afectada por el establecimiento del proyecto; sin embargo existen valores intangibles que hacen que estos recursos adquieran una importancia aun mayor, ya que resulta invaluable poder estimar aquellas funciones que tienen esas especies en el ecosistema donde se desarrollan.

También, como resultado del cálculo se redondean las cifras para el manejo de pesos.

Con respecto a la estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo, cabe mencionar que el factor que más influye son las especies presentes que de alguna manera tienen un valor en el mercado por los productos que se obtienen de ellas, que sin duda define la importancia o no de la vegetación que se verá afectada por el establecimiento del proyecto; sin embargo existen valores intangibles que hacen que estos recursos adquieran una importancia aun mayor, ya que resulta invaluable poder estimar aquellas funciones que tienen esas especies en el ecosistema donde se desarrollan.

El valor cuantitativo de las materias primas que será necesario extraer será definido por el volumen que se tenga en cada caso y por el valor que pudiera tener en el mercado para los productos que se comercializan; en el cuadro siguiente, se presenta el valor económico.

Tabla II.27.- VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA MADERABLE					
Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	Volumen (m ³ .v.t.a.)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Alernillo/Brasilillo	0.005	100	Como leña	150	0.75

Tabla II.27.- VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA MADERABLE					
Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	Volumen (m³.v.t.a.)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Amapa prieta	2.381	85	Poste y aserrío	1585.24	3208.29
Arrayán	0.511	85	Poste y aserrío	1585.24	688.55
Barreta	1.786	100	Como leña	150	267.90
Berraco	0.239	100	Como leña	150	35.85
Bolillo/Trucha	1.009	85	Poste y aserrío	1585.24	1359.58
Bonete	0.327	0	No aprovechable	0	0
Brasil	10.502	85	Poste y aserrío	1585.24	14150.96
Camichina	4.247	85	Poste y aserrío	1585.24	5722.64
Carne de gallina	0.033	100	Como leña	150	4.95
Colorín	0.381	0	No aprovechable	0	0
Copalillo	0.448	85	Poste y aserrío	1585.24	603.66
Copalquín	0.139	85	Poste y aserrío	1585.24	187.30
Crucesilla	0.007	100	Como leña	150	1.05
Cuajilote	0.503	0	No aprovechable	0	0
Cucharo	1.059	85	Poste y aserrío	1585.24	1426.95
Cupía	0.069	100	Como leña	150	10.35
Frutillo	0.428	100	Como leña	150	64.20
Garrapatilla	0.215	100	Como leña	150	32.25
Guajillo	0.073	85	Poste y aserrío	1585.24	98.36
Guayabillo	0.115	85	Poste y aserrío	1585.24	154.96
Hiza	7.704	85	Poste y aserrío	1585.24	10380.79
Jumay	0.624	85	Poste y aserrío	1585.24	840.81
Jútamo	1.536	85	Poste y aserrío	1585.24	2069.69
Mauto	19.409	85	Poste y aserrío	1585.24	26152.73
Mora amarilla	13.589	85	Poste y aserrío	1585.24	18310.55
Mora hedionda	0.154	0	No aprovechable	0	0
Muelilla	0.102	100	Como leña	150	15.30
Nanchi	0.018	85	Poste y aserrío	1585.24	24.25
Navío	1.719	85	Poste y aserrío	1585.24	2316.27
Negrito	0.038	100	Como leña	150	5.70
Palo blanco	0.959	0	No aprovechable	0	0
Palo sapo o Jaboncillo	0.817	85	Poste y aserrío	1585.24	1100.87
Palo zorrillo	0.215	0	No aprovechable	0	0
Papasolte	0.161	85	Poste y aserrío	1585.24	216.94
Papelillo rojo	0.776	85	Poste y aserrío	1585.24	1045.62

Tabla II.27.- VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA MADERABLE					
Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	Volumen (m³.v.t.a.)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Periquillo/Panalillo bronco	0.080	85	Poste y aserrío	1585.24	107.80
Pochote	1.002	85	Poste y aserrío	1585.24	1350.15
Roble	0.507	85	Poste y aserrío	1585.24	683.16
Rosa amarilla	3.820	85	Poste y aserrío	1585.24	5147.27
Salate	6.283	85	Poste y aserrío	1585.24	8466.05
Sangregado	0.038	0	No aprovechable	0	0
Tachinole	1.537	0	No aprovechable	0	0
Taliste/Cabo de hacha	0.893	85	Poste y aserrío	1585.24	1203.28
Tepehuaje	1.207	85	Poste y aserrío	1585.24	1626.38
Vara prieta/Latilla	0.021	85	Poste y aserrío	1585.24	28.30
Venadillo	1.780	85	Poste y aserrío	4341.02	6567.96
Venadillo		15	Secundarios	2717.84	725.66
Vinolo	1.143	100	Estacón y Retén	2866.67	3276.60
Walamo/Uvalama	0.431	85	Poste y aserrío	4341.02	1590.33
SUBTOTAL					\$ 121,271.03

Tabla II.28. VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA NO MADERABLE					
Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	Superficie (ha)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Barba de chivo	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Cardón	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Tasajo de 3 gajos	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
SUBTOTAL					\$ 2,555.88

Nota: la cantidad de ingresos no considera los costos para la obtención de dichas materias primas.

En los cuadros anteriores se muestra la estimación económica del estrato arbóreo con un total de **\$ 123,826.91 (son: Ciento Veintitres Mil Ochocientos Veintiseis Pesos 91/100 M.N.)**, de los recursos biológicos arbóreos correspondientes a las **1.2765 ha** del proyecto como resultado del cambio de uso del suelo.

II.2.8.3.3 Estimación económica de la flora arbustiva.

En cuanto a la valoración económica del estrato arbustivo no cuenta con las dimensiones (altura y diámetro) para ser comercializadas como tutores (estacones y

retenes utilizados en la actividad agrícola), por lo tanto, se hará una estimación del costo de las especies de arbustos para la utilización como plántula de reforestación, pero los arbustos no maderables se realizará la estimación económica en base a los servicios ambientales que proporcionan tomando en cuenta las 1.2765 ha.

Tabla II.29. VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA MADERABLE ARBUSTIVA. Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	N° de Individuos	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Alernillo/Brasilillo	43	100	Planta	5.8	246.80
Arrayán	7	100	Planta	5.8	41.13
Berraco	99	100	Planta	5.8	575.87
Bironche/Bicho	234	100	Planta	5.8	1357.41
Bonete	85	100	Planta	5.8	493.60
Brasil	50	100	Planta	5.8	287.94
Cagada de gato	28	100	Planta	5.8	164.53
Carrizo	213	100	Planta	5.8	1234.01
Chan	28	100	Planta	5.8	164.53
Colorín	7	100	Planta	5.8	41.13
Compio	248	100	Planta	5.8	1439.68
Copalillo	35	100	Planta	5.8	205.67
Crucesilla	567	100	Planta	5.8	3290.69
Cucharo	149	100	Planta	5.8	863.81
Cuilón	7	100	Planta	5.8	41.13
Garrapatilla	560	100	Planta	5.8	3249.55
Guayabillo	71	100	Planta	5.8	411.34
Hierba del toro	1837	100	Planta	5.8	10653.60
Hiza	71	100	Planta	5.8	411.34
Huirote blanco	7	100	Planta	5.8	41.13
Mauto	113	100	Planta	5.8	658.14
Mora amarilla	14	100	Planta	5.8	82.27
Muelilla	213	100	Planta	5.8	1234.01
Nanchi	7	100	Planta	5.8	41.13
Negrito	78	100	Planta	5.8	452.47
Palo zorrillo	142	100	Planta	5.8	822.67
Papache	71	100	Planta	5.8	411.34
Papasolte	78	100	Planta	5.8	452.47
Papelillo rojo	57	100	Planta	5.8	329.07
Pelotazo	7	100	Planta	5.8	41.13
Sacamanteca	28	100	Planta	5.8	164.53
San Juan	7	100	Planta	5.8	41.13
Sangregado	78	100	Planta	5.8	452.47

Tabla II.29. VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA MADERABLE ARBUSTIVA. Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	N° de Individuos	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Vinolo	78	100	Planta	5.8	452.47
SUBTOTAL					\$ 30,850.20

Tabla II.30. VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A REMOVER LA FLORA NO MADERABLE ARBUSTIVA. Superficie: 1.2765 ha.					
Nombre común	Superficie (ha)	% de Aprov.	Producto a obtener	Valor económico	
				Unitario \$	Total \$
Barba de chivo	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Cardón	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Cuicuiltle	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Nopal	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Pitahaya	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
Tasajo de 3 gajos	1.2765	100	Servicio Ambiental	667.42	851.96
SUBTOTAL					\$5,111.77

Nota: la cantidad de ingresos no considera los costos para la obtención de dichas materias primas.

En los cuadros anteriores se muestra la estimación económica del estrato arbustivo con un total de **\$ 35,961.97 (Treinta y Cinco Mil Novecientos Sesenta y Uno Pesos 97/100 M.N.)**, de los recursos biológicos arbustivos correspondientes a las **1.2765 ha** del proyecto como resultado del cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

II.2.8.3.4 Estimación económica de la flora herbácea.

Para el caso del estrato herbáceo no se calculó el valor económico, es muy remoto su comercialización.

II.2.8.3.5 Estimación económica de la fauna.

Valoración económica de la fauna

La expresión recurso fauna implica una valoración subjetiva, empleando como criterio la utilidad directa, real o potencial, de un conjunto de animales para el

hombre. Lleva implícita una connotación utilitaria, pero no involucra siempre una extracción. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza) define un recurso como una población o ecosistema sometido a un uso consuntivo o no consuntivo.

De la fauna silvestre se han obtenido numerosos beneficios en nuestro país que pueden traducirse en: turísticos, socioeconómicos, ecológicos, etc., así mismo representa una fuente valiosa de alimentos tanto para la población rural como para la sociedad en lo general. La carne de algunas especies, constituye en ocasiones, parte de una "gastronomía altamente selecta y sofisticada", otras especies son objeto de una demanda generalizada a nivel nacional, como sucede con el venado y el conejo. No obstante, otras especies de fauna están profundamente arraigadas en los patrones mágicos – religiosos y culturales de algunas personas manteniendo así un prolongado contacto y dependencia con la naturaleza. A pesar de sus múltiples valores, la fauna es la más subestimada de los recursos naturales renovables, porque salvo contadas excepciones, carece de vocación comercial y no genera estadísticas comparables con los recursos pesqueros y forestales.

Estimación económica de la fauna del área de estudio

Para la estimación económica de la fauna silvestre se realizó del listado reportado en el capítulo V, se procedió a consultar precios de compra/venta en el mercado local, aunque es difícil porque no tienen un mercado establecido.

Tabla II.31.- Valor económico dado a las especies de fauna silvestre.

Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Precio unitario \$	Valor total \$
AVES				
<i>Amazonia rutila</i>	Amazonia canela	2	\$1,000.00	\$2,000.00
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	2	\$1,000.00	\$2,000.00
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	2	\$2,500.00	\$5,000.00
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra	1	\$1,000.00	\$1,000.00
<i>Caracara cheryway</i>	Caracara	2	\$2,500.00	\$5,000.00
<i>Cathartes aura</i>	Aura	1	\$1,500.00	\$1,500.00
<i>Corvus corax</i>	Cuervo ronco	2	\$200.00	\$400.00
<i>Columbina inca</i>	Tortolita pechipunteada	2	\$200.00	\$400.00
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja	1	\$1,000.00	\$1,000.00
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí latirrostró	2	\$100.00	\$1,200.00

Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Precio unitario \$	Valor total \$
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	1	\$25.00	\$45.00
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	1	\$25.00	\$25.00
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	2	\$25.00	\$50.00
<i>Icteria virens</i>	Chipe	1	\$1,000.00	\$1,000.00
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero nuca dorada	1	\$100.00	\$100.00
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	1	\$100.00	\$100.00
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	1	\$100.00	\$100.00
<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle aliblanco	2	\$100.00	\$200.00
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca pacífica	1	\$100.00	\$100.00
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín oscuro	2	\$1,000.00	\$2,000.00
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	1	\$100.00	\$100.00
<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	2	\$100.00	\$200.00
<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	Pico grueso amarillo	2	\$1,000.00	\$2,000.00
<i>Pirocephalus rubinus</i>	Cardenalito	1	\$800.00	\$800.00
<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo mexicano	2	\$800.00	\$1,600.00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	\$500.00	\$500.00
<i>Poliophtila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	2	\$500.00	\$1,000.00
<i>Sporophyla torquelo</i>	Semillerito collarejo	1	\$500.00	\$500.00
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	2	\$800.00	\$1,600.00
<i>Trogon elegans</i>	Coa	1	\$800.00	\$800.00
<i>Turdus rufopalliat</i>	Zorzal	2	\$100.00	\$200.00
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	2	\$100.00	\$200.00
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	92	\$50.00	\$4,600.00
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrioleña	2	\$50.00	\$100.00
SUBTOTAL				\$ 37,420.00
MAMÍFEROS				
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	1	\$200.00	\$200.00
<i>Balantopteryx plicata</i>	Murciélago	18	\$200.00	\$3,600.00
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	\$2,500.00	\$7,500.00
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	1	\$300.00	\$300.00
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	2	\$200.00	\$400.00
<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	1	\$300.00	\$300.00
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	1	\$300.00	\$300.00
<i>Nasua narica</i>	Coati	2	\$500.00	\$1,000.00
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	\$8,000.00	\$8,000.00
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	\$500.00	\$500.00
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla roquera	2	\$300.00	\$600.00
<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla arborícola	1	\$300.00	\$300.00
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí	1	\$5,000.00	\$5,000.00
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	\$5,000.00	\$5,000.00
SUBTOTAL				\$ 33,00.00
ANFIBIOS Y REPTILES				
<i>Ameiba onduata</i>	Ameiba	2	\$50.00	\$100.00

Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Precio unitario \$	Valor total \$
<i>Anolis nebulosa</i>	Anolis	2	\$50.00	\$100.00
<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija	2	\$50.00	\$100.00
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	1	\$150.00	\$150.00
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo maztleco	1	\$150.00	\$150.00
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	1	\$200.00	\$200.00
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arborícola	2	\$200.00	\$400.00
SUBTOTAL				\$ 1,200.00
TOTAL				\$ 71,620.00

II.2.8.3.6 Estimación económica total de los recursos flora y fauna por afectar.

En la tabla siguiente se muestra el costo total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo para la flora y fauna de acuerdo a la estimación económica de los individuos que se distribuye en área.

Tabla II.32. Estimación económica total

Tipo de Vegetación	Superficie del área de cambio de uso del suelo (ha)	Actividad	Estimación económica \$
Selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia	1.2765	Flora	159,788.88
		Fauna	71,620.00
	TOTAL		231,408.88

Es decir, la estimación económica total para flora y fauna presentes en el área de estudio es de **\$ 231,408.88 (son: Doscientos Treinta y Uno Mil Cuatrocientos Ocho Pesos 88/100 M.N.)**, de los recursos biológicos correspondientes a las **1.2765 ha** del proyecto como resultado del cambio de uso del suelo.

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

A continuación, se identificarán los ordenamientos constitucionales y los instrumentos jurídicos, reglamentarios y/o normativos que regulan las obras y actividades que integran el proyecto, efectuando además su análisis y determinando la congruencia conforme la cual se ajusta el proyecto en estudio.

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

Cuando se pretenda obtener en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas e la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (artículo 93 de la LGDFS, última reforma el 05-06-2018).

Existe un gran número de obras o actividades que para desarrollarse requieren tanto de autorización en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) como de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), lo cual implica presentar por cada una el trámite correspondiente ante unidades administrativas distintas, la elaboración de dos estudios para analizar diversos aspectos ambientales de un mismo proyecto, costos a los particulares y cargas de trabajo innecesarias para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Si bien las autorizaciones antes señaladas derivan de dos leyes distintas, también es cierto que comparten identidad de propósitos y alcances, por lo que teniendo como objetivo la simplificación de los trámites, acortar tiempos de respuesta, y beneficiar a los interesados en desarrollar obras o actividades con estas características, con fecha 22 de diciembre de 2010, se emitió el ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan (ACUERDO).

El ACUERDO por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el trámite de cambio de uso de suelo forestal prevé dos modalidades.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la LGDFS (artículo 93 de la LGDFS, última reforma el 05-06-2018). Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Con fundamento en los artículos 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 117 de la LGDFS (artículo 93 de la LGDFS, última reforma el 05-06-2018) y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, la Evaluación del Impacto Ambiental conforme al artículo 28 de la LGEEPA corresponde al "...procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), 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 ambiente. Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones para cada una, se establecen en el artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En cuanto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los artículos 117 (artículo 93 de la LGDFS, última reforma el 05-06-2018), y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y

con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...; y que "los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo Forestal Nacional, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento...".

El ACUERDO prevé que, al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Particular integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración. De acuerdo a la descripción y análisis del proyecto realizado en el Capítulo II de este documento, así como la revisión y análisis de los Instrumentos Jurídicos y Normas Oficiales Mexicanas aplicables, relacionados con el medio ambiente, se llegó a la realización de la siguiente Tabla de Vinculación:

TABLA DE VINCULACIÓN.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE		
ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
Art. 28, Penúltimo Párrafo.- <i>"...quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría".</i> FRACCIONES: VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	El proyecto corresponde a la obra de " Construcción, Operación y Mantenimiento de planta de beneficio y Mina María de la Cruz, para la explotación de minerales ". La afectación con esta obra será en el orden de 1.2765 ha de superficie de manera permanente, donde se pretende construir el proyecto en terrenos de La Localidad	Desarrollo María de la Cruz S.A. DE C.V., como promovente de este proyecto, cumplirá con lo establecido por este Artículo y su fracción, presentando el DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B, (SEMARNAT-09-001-B) correspondiente, en virtud de que tiene como visión el desarrollar el proyecto. EL ACUERDO por el que se unifica la evaluación de

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.	de El Tule, Municipio de San Ignacio, Estado de Sinaloa.	impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el trámite de cambio de uso de suelo forestal prevé La Modalidad B, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL		
ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
ARTÍCULO 5º: "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental":	El proyecto corresponde a la obra de "Construcción, Operación y Mantenimiento de planta de beneficio y Mina María de la Cruz, para la explotación de minerales". La afectación con esta	Con la presentación DTU del proyecto correspondiente.

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: <i>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, ...;</i>	obra será en el orden de 1.2765 ha de superficie de manera permanente, donde se pretende construir el proyecto en terrenos de Localidad de El Tule, Municipio de San Ignacio.	

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003 TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 05-06-2018

Sección Séptima. Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

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.

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

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

Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS); Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003 TEXTO VIGENTE Últimas reformas publicadas DOF 05-06-2018		
ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
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. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas	El terreno donde será ubicado el proyecto “Construcción, Operación y Mantenimiento de planta de beneficio y Mina María de la Cruz, para la explotación de minerales”, corresponde a un terreno forestal, por lo que se requiere realizar los trámites correspondientes a cambio de uso de suelo en las formas y lineamientos establecidos en la LGDFS.	En este caso, se elabora el Documento Técnico Unificado en su modalidad B, que corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 93 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y demás obras o actividades del proyecto que requieren esa autorización. El proyecto no pretende el aprovechamiento forestal. El predio del proyecto, con SUPERFICIE TOTAL = 8.1809 Ha, actualmente presenta un área de vegetación propuesta para cambio de

por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.		uso de suelo de 1.2765 Ha. correspondiente a Selva baja caducifolia-y selva mediana subcaducifolia en regular estado de conservación.
Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.	La promovente está interesada en la obtención de la anuencia en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en un área del predio del proyecto con uso forestal actual establecidos en la LGDFS.	Esta promovente cumplirá con los informes como lo indiquen los términos y condicionantes del resolutive con el que se autorice el cambio de uso de suelo.
Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.	El terreno donde será ubicado el proyecto "Construcción, Operación y Mantenimiento de planta de beneficio y Mina María de la Cruz, para la explotación de minerales", corresponde a un terreno forestal, por lo que se requiere realizar los trámites correspondientes a cambio de uso de suelo en las formas y lineamientos establecidos en la LGDFS.	El predio del proyecto no ha sufrido incendios forestales; por tanto no podrá ser objeto de la exclusión señalada.
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el	La promovente está interesada en la obtención de la anuencia en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en un área del predio del	El presente estudio DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL,

Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	proyecto con uso forestal actual establecidos en la LGDFS.	MODALIDAD B-PARTICULAR, se someterá a evaluación, en correspondencia al acuerdo del 22 de diciembre de 2010, donde se emitió el ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, por tanto sustituyendo la presentación por separado del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para cambio de uso de suelo de la zona que así lo requiera dentro del proyecto. La promovente realizará la aportación económica correspondiente, de acuerdo con la resolución de la evaluación; de esta manera, una vez obtenida la autorización correspondiente se dará cumplimiento a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)

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

Vinculación con el proyecto: La concurrencia del proyecto con el artículo antes mencionados se manifiesta de la siguiente manera; no se pretende efectuar el aprovechamiento de la vida silvestre y en el caso del tipo de vegetación presente en la zona del proyecto destaca la presencia de flora registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección; sin embargo, por lo que se adoptarán las medidas pertinentes y en ese sentido radica la vinculación con este ordenamiento; además del depósito al Fondo Forestal y la cooperación con las autoridades en las acciones de reforestación, se realizará el rescate y reubicación flora y fauna silvestre. Por lo que hace a la flora y fauna silvestre, y en el eventual caso de que se encuentre algún ejemplar en el desarrollo de las obras, se trasladará la que esté registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección. En lo referente a la fauna, se pondrá especial atención en el rescate y reubicación de los organismos de lento movimiento y de los nidos y madrigueras, aplicando en cada caso las medidas necesarias para su protección.

Artículo 60. La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

Vinculación con el proyecto: En el área de estudio se detectaron especies tanto de fauna como de flora que aparecen con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual el Promoviente desarrollara medidas preventivas y de mitigación, encaminadas a minimizar los posibles impactos.

Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República Mexicana en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.

Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Vinculación con el proyecto: Como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo, se realizará el depósito al Fondo Forestal Mexicano y se cooperará con las instancias gubernamentales en la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación de los impactos ambientales; lo anterior a efecto de

proteger la vida silvestre de la zona y no contravenir lo estipulado en el anterior capítulo.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS		
ORDENAMIENTO JURÍDICO	APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO
NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Esta (NOM) es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor, de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	Nuestro Proyecto Mayormente utilizara vehículos de carga que utilizan diésel como combustible ya que este se refiere a la obra de "Construcción, Operación y Mantenimiento de planta de beneficio y Mina María de la Cruz, para la explotación de minerales" . La afectación con esta obra será en el orden de 1.2765 ha de superficie de manera permanente, donde se pretende construir el proyecto en terrenos de Localidad de El Tule, San Ignacio, realizado por maquinaria pesada del tipo de la maquinaria dedicada a la construcción (excavadora, Payloader o cargador frontal, draga de arrastre, etc.). En la supervisión de aprovechamiento de Materiales Pétreos (Proyecto minero), nuestra empresa algunas veces utilizará vehículos a gasolina para supervisión. Por lo cual estos deberán cumplir con esta NOM y las verificaciones correspondientes que aplican.
NOM-044-SEMARNAT-2006.- Que establece los límites	Los camiones de volteo utilizados para el transporte	Se vigilará el funcionamiento en buen

máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	de material, son vehículos que funcionan a base de combustible diésel y peso bruto vehicular descargado es alrededor de los señalados.	estado de los camiones de volteo para minimizar al máximo las emisiones.
NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, Modificada de acuerdo al DIARIO OFICIAL de la Federación del día Jueves 13 de septiembre de 2007, como: NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada	Dado que como lo establece la mencionada NOM: Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería. Considerando que el proyecto requiere de camiones de carga, consideramos que la NOM-044-SEMARNAT es la que aplica de manera

	en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.	específica; sin embargo si es requerida su observancia, se vigilará el funcionamiento en buen estado de los vehículos de carga de material para minimizar al máximo las emisiones.
NOM-052-SEMARNAT-2005.- Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Se generarán este tipo de residuos durante todas las etapas del proyecto, y es necesario aplicar las medidas autorizadas para su disposición y destino final adecuado.	Durante el desarrollo del proyecto, se prevé la generación de residuos peligrosos, especiales y sólidos urbanos, para los cuales se contemplan una serie de medidas que regularan desde su generación, hasta su disposición final, a fin de evitar la contaminación del sitio. Para la generación de residuos peligrosos, aunque estos serán en cantidades mínimas, se contempla la contratación de una empresa especializada debidamente autorizada y acreditada para el manejo de residuos. Así mismo, el Promovente estará a cargo de la supervisión, cumplimiento y restauración en caso de derrames y vertimientos.
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.	Principalmente se puede encontrar fauna terrestre, aunque escasamente ya que en el área transitan vehículos y personas constantemente que provocan el ahuyentamiento de la fauna.	Para cada una de las especies de fauna con algún estatus de protección de acuerdo a la citada norma se implementaran estrategias ambientales orientadas a la protección y conservación, y se

		aplicaran medidas asentadas dentro del capítulo VI de este DTU, entre otras medidas que apoyaran a la salvaguarda de las especies en la zona.
NOM-076-SEMARNAT-2012.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	Los camiones de volteo utilizados para el transporte de material, son vehículos que funcionan a base de combustible diésel y peso bruto vehicular descargado es alrededor del señalado.	Se vigilará el funcionamiento en buen estado de los camiones de volteo para minimizar al máximo las emisiones.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	En los términos del proyecto la NOM propiamente no aplica. Solo se tomará como referente el normativo para el ruido producido en el sitio del proyecto.	En el sitio del proyecto se vigilará el cumplimiento de niveles de ruido que el proyecto generará, con ruido por debajo de la norma para ruido industrial (68 dB). A fin de no afectar a localidades cercanas al proyecto, esto en base a la utilización de maquinaria y equipo de transporte en buenas condiciones mecánicas y de mantenimiento.

III. 2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

D.O.F. Viernes 7 de Septiembre de 2012, Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

REGIÓN ECOLÓGICA: 9.19, Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:

92. Pie de la Sierra Sinaloense Centro

Localización:

12. Centro - Este de Sinaloa

Superficie en km²:

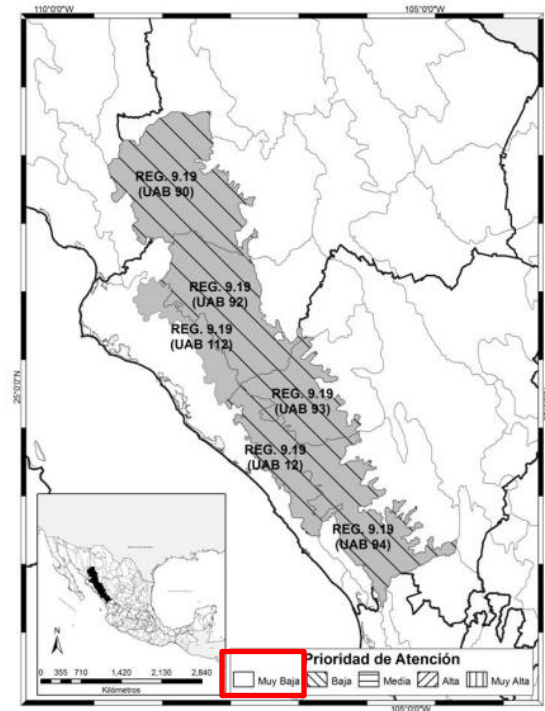
12. 8,156.8

Superficie Total: 78,151.04 km²

Población por UAB 12: 12. 61,735

Población Total: 354,168 hab.

Población Indígena: 12. Sin presencia





Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	12. Medianamente estable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3.3. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
escenario al 2033:	12. Medianamente estable a inestable.
Política Ambiental:	12. 90, 92 , 93, 94 y 112. - 5. Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención	12. 90, 92 , 93 y 94. – Baja, 112. - Muy baja

UBA	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
12	Agricultura-Minería	Agricultura-Ganadería	Poblacional	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.
Estrategias UBA 12					
Grupo I. Dirigidas a lograr sustentabilidad ambiental del Territorio				VINCULACIÓN	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.			No es un proyecto de aprovechamiento.	
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.			No es un proyecto de aprovechamiento.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.			No existe una vinculación.	

	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No existe una vinculación.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No es un proyecto de aprovechamiento.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Existe una clara división de los ecosistemas de la UBA, el proyecto pretende caminos alteros para evitar el paso por población rural y para acceso a una Planta de Beneficio comunicando a un camino existente.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No existe aplicación y por tanto vinculación con esta estrategia.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No existe aplicación y por tanto vinculación con esta estrategia.
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 existe aplicación y por tanto vinculación con esta estrategia.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Existe aplicación y por tanto vinculación con esta estrategia, ya que el proyecto "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES" . La afectación con esta obra será en el orden de 1.2765 ha de superficie de manera permanente, donde se pretende construir el proyecto en terrenos particulares.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		VINCULACIÓN
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Existe aplicación y por tanto vinculación con esta estrategia, ya que el proyecto pretende "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES" . La afectación con esta obra será en el orden de 1.2765 ha de superficie de manera permanente, donde se pretende construir el proyecto en terrenos particulares.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	

	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.	Es un Proyecto generador de servicios y empleos.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	No es un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de Pobreza.	No es un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.
	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.	No es un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No es un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		VINCULACIÓN
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No es un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.
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 un proyecto que se aplica a este tipo de estrategia.



El proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida, en este sentido es importante señalar que los predios de las ANP federales más próximas a la zona de estudio lo constituyen El área de protección de flora y fauna Meseta de Cacaxtla a 16 km al Suroeste.

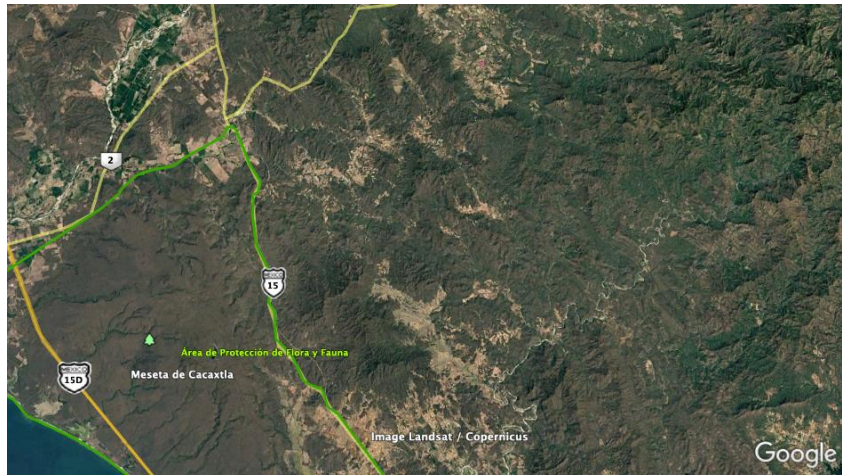


Imagen III.3.- Ubicación del proyecto con respecto a las ANP's más próximas al proyecto

Con base a lo anterior y porque las obras contempladas en el proyecto no colindan ni se ubican dentro del área de influencia de ningún predio establecido con la categoría de ANP, no son aplicables las disposiciones estipuladas en el Título Segundo de la LGEEPA y del Reglamento en la materia.

Regiones Prioritarias establecidas por la CONABIO.

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).**

La región Terrestre Prioritaria RTP-55 Río Presidio, es la más cercana al proyecto, el proyecto se encuentra fuera a una distancia lineal de 15 km aproximadamente. Está región terrestre prioritaria está localizada dentro de la cuenca del río El Salto y se caracteriza por la presencia de selvas medianas y bajas caducifolias en excelente estado de conservación. Es la única cuenca del noreste del país que presenta selva baja caducifolia en el plano costero. Presenta además bosques de encino-pino. En la porción suroccidental, el límite pasa por el parteaguas de esta cuenca. Tiene una superficie de 3,472 km².

Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación: 3 (alto) 28% 27% Hábitats predominantemente templados con selva baja caducifolia, ocupando superficies reducidas y manchones de bosque mesófilo. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son : Bosque de pino Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías. Bosque de encino Bosques en donde

predomina el encino. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m.

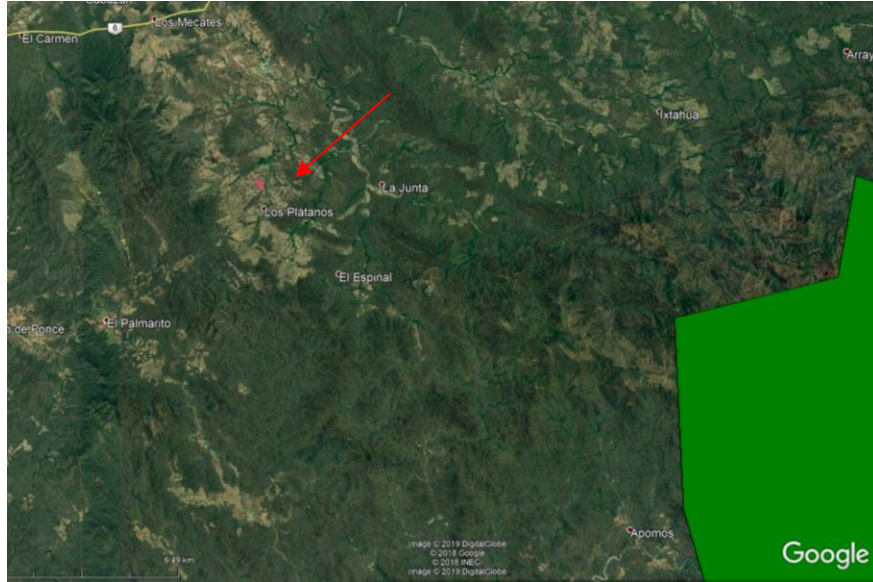


Imagen III.4. Ubicación del proyecto con respecto a las RTP.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).**

En territorio del estado de Sinaloa se extienden parcialmente cinco regiones hidrológicas prioritarias. El área del proyecto se sitúa a 33,920 metros en línea recta de la Región Hidrológica Prioritaria RHP-21 Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla, cuya cobertura abarca 14 376.84 km² de superficie de los estados de Durango y Sinaloa.

La red hidrológica de esta región se integra ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, ríos temporales, arroyos.

Localización del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya.

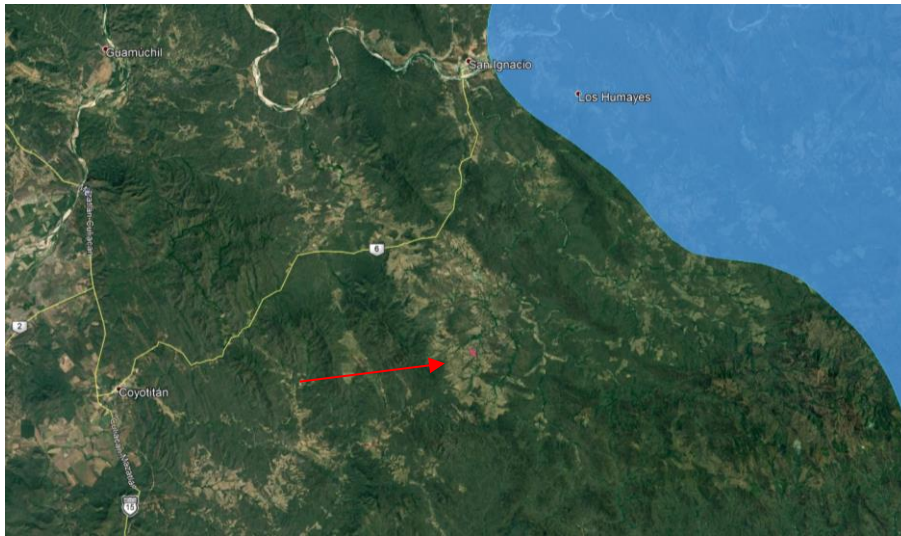


Imagen III.5. Ubicación del proyecto con respecto a las RHP colindantes

- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).**

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

El sitio del proyecto se encuentra cercano, pero fuera del Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA denominada Rio Presidio-Pueblo Nuevo, que cubre 274741.776 hectáreas del territorio de Durango y una pequeña porción de Sinaloa. Los Bosques Húmedos de Encino-Pino se encuentran muy relacionados con Manchones de Bosque Mesófilo; además en algunas cañadas existen pequeños Bosques de Abetos y Ayarín (*Pseudotsuga*). En las cañadas más profundas y soleadas se desarrollan Bosques Tropicales Deciduos y Semideciduos.

Vegetación

Bosque de Pino- encino, Bosque Mesófilo de montaña

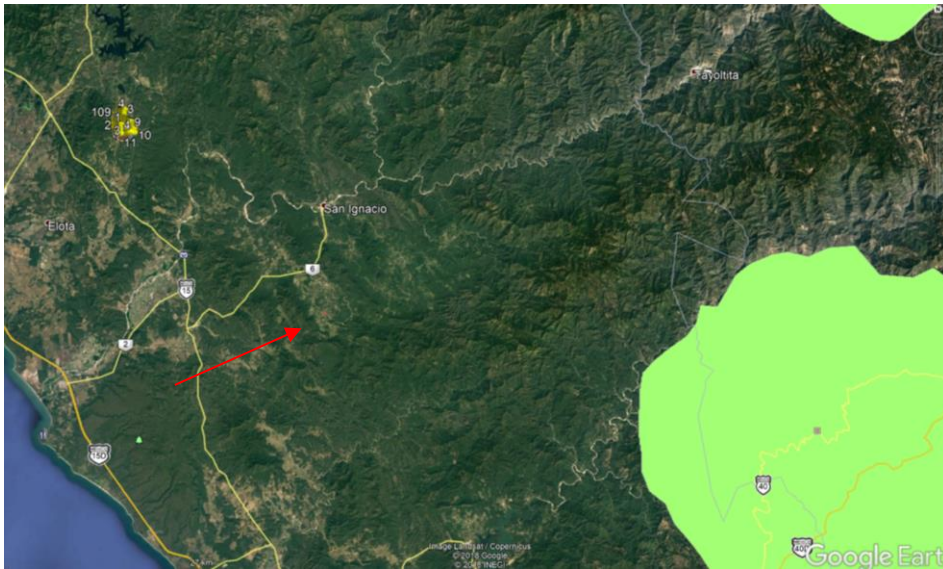


Imagen III.6 Ubicación del proyecto con respecto a las AICAS próximas.

Sitios RAMSAR (Llamados así por la ciudad Iraní donde fue firmada la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, también llamada “Convención sobre los Humedales” o “Convención de Ramsar”).

El área de ubicación del proyecto no se encuentra dentro del ningún sitio RAMSAR.

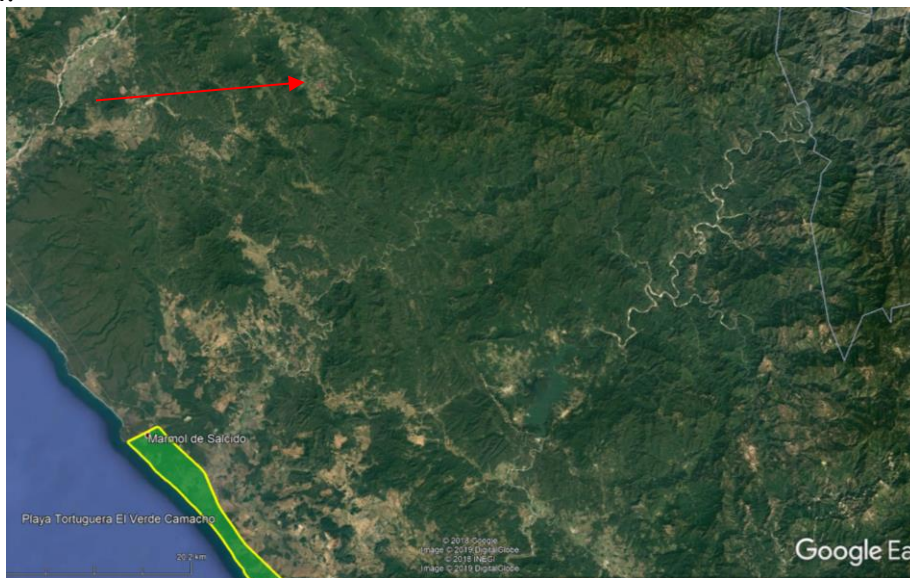


Imagen III.8 Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más próximos.

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) está en función de definir un espacio geográfico el cual considera la uniformidad, continuidad e integración de sus componentes (abióticos y bióticos) así como de los procesos que surgen de las interrelaciones entre estos.

Como un sistema físico, el área del Sistema Ambiental (SA) puede ser un área de estudio conveniente porque representa una unidad delimitada por un parteaguas donde confluyen sus corrientes en un cuerpo de agua colector y por lo mismo, existen interdependencia de sus elementos y procesos que pueden ser más claramente estudiados. Así que el área del Sistema Ambiental donde se encuentra la zona de estudio, se definió considerando en primer término la clasificación de las Microcuencas propuestas por FIRCO, donde la delimitación se generó a partir de la combinación de métodos semi-automatizados junto con métodos y técnicas manuales-digitales (visuales utilizando ARC GIS 10.3), donde mediante inspección visual y manualmente, se delimito el polígono del SA, considerando detallaron y rehicieron los límites de la microcuenca y la red de drenaje, que se encuentra aledaña a las obras que se pretenden realizar de ésta última se compararon con la cobertura del mapa digital (INEGI).

En este sentido, la delimitación de la unidad de referencia propuesta en este apartado para el área donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, tiene como base el análisis e integración de los factores que caracterizan el área donde se ubicará el proyecto, nuestra zona sujeta a cambio de uso de suelo a partir de la identificación y descripción de los componentes bióticos y abióticos, y para ello, se considera que el ámbito de referencia que mejor se adapta para la descripción de estos factores, es el SA, ámbito de delimitación general y funcional donde se encuentra el área de estudio por excelencia de este DTU, es decir, será la unidad de análisis y ámbito de referencia (efectos del área de estudio del proyecto en función al ecosistema inmediato) en la cual quedaran descritos y analizados todos los componentes físicos–abióticos (clima, geología, edafología, hidrología, etc.) y bióticos (vegetación y fauna) con interacción directa al área sujeta al desarrollo del proyecto.

Es preciso señalar que para lograr los objetivos planteados en la etapa inicial de este trabajo fue la delimitación e identificación de microcuencas en el área de

estudio, realizando un modelo digital de elevación a partir de las microcuencas ya delimitadas por FIRCO. Estas se digitalizaron directamente en pantalla en el programa ARCGIS 10.3. Donde nos da como resultado el Sistema Ambiental a través de la delimitación puntual de las microcuencas que envuelven a la superficie sujeta al proyecto en referencia, que comprende las Microcuencas denominadas: La Labor y Palmarito de los Ramírez, denominadas para este proyecto Sistema Ambiental (SA) y que comprende un área de 17,564.1254 ha; de acuerdo a lo anterior, el **Sistema Ambiental (SA)** del presente proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-10 SINALOA (Clave 16711), localizada en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa, en la Cuenca Hidrográfica “A” R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite (Clave 16541) y en las Subcuencas “a” R. de Piaxtla (Clave 17061) y en la “f” R. Quelite (Clave 17066); (**RH10-A-a y f**), que a su vez está ubicada en la Provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental (Clave 17602) y dentro de las Subprovincias: Pie de la Sierra (Clave 17631) y Meseta y Cañadas del Sur (Clave 17635).

Tabla IV.1.- Clasificación Hidrológica.

Nivel Hidrológico	Clave	Nombre	Área ha
Región Hidrológica	16711	SINALOA	10,29,221,800
Cuenca	16553	Río Piaxtla-R. Elota- R. Quelite	104,441,000
Subcuenca	17061	Río Piaxtla	540,068
	17066	Río Quelite	119,779
Microcuenca	10-032-03-009	La Labor	11,017.6975
	10-032-05-001	Palmarito de los Ramírez	6,546.4279

Fuente: Proyecto Hidrología Superficial Serie I, Mapa Digital 6.0. Editado por el INEGI y Microcuenca FIRCO.

En relación a lo anterior el enfoque que mejor adapta para la delimitación del Sistema Ambiental es el criterio hidrológico, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que caracterizan a esta unidad de análisis.

La importancia de la hidrología en el concepto del SA es que ésta se define a partir del régimen hidrológico (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de un hidrograma), la calidad del agua y el transporte de sedimentos por el agua, además de que estos parámetros se consideran verdaderos indicadores del buen manejo o del grado de deterioro del mismo. También, los procesos asociados a los recursos correspondientes al agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., en su mayoría, se analizan sobre esas unidades geográficas.

Aunado a lo anterior, la vegetación es uno de los subsistemas que integran la unidad de análisis, sin embargo, a diferencia de otros componentes como el clima, el relieve, el tipo de suelos o la geología, los cuales son factores que se caracterizan por sus límites naturales, la vegetación, por su alta flexibilidad (capacidad de

modificación), es un elemento difícil de caracterizar en la delimitación del Sistema Ambiental, consecuencia de su alta heterogeneidad y las asociaciones vegetales que se dan de manera natural.

Presentando las coordenadas del Área de Influencia (AI) y del Sistema Ambiental (SA):

Tabla IV.2.- Coordenadas del Área de Influencia

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 8,468.0656 hectáreas.					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	360184.8370	2636154.4597	135	349611.8661	2626742.4957
2	360112.3116	2636070.4168	136	349588.0535	2626769.6156
3	359923.2195	2636224.3259	137	349664.1214	2626852.9595
4	359759.1775	2636282.5343	138	349725.6371	2626932.3347
5	359462.8436	2636240.2009	139	349744.8194	2627368.5012
6	359039.5094	2636195.2217	140	349715.7152	2627564.2932
7	358571.1960	2635972.9712	141	349673.3818	2627773.3145
8	358065.3464	2635757.9851	142	349638.9859	2627926.7731
9	357692.7776	2634855.3690	143	349596.6525	2628061.7109
10	357692.7776	2634273.2845	144	349601.9442	2628249.5654
11	357534.0272	2633881.7004	145	349448.4855	2628384.5032
12	357608.1107	2633458.3662	146	349345.2978	2628503.5659
13	357322.3602	2632982.1152	147	349287.0894	2628667.6079
14	357396.4436	2632569.3644	148	349165.3808	2628760.2123
15	357565.7773	2632283.6138	149	349117.7557	2628911.0251
16	357364.6936	2631934.3631	150	349226.2351	2629228.5257
17	356824.9425	2631775.6128	151	349300.3186	2629813.2560
18	356683.3901	2631508.3831	152	349382.3396	2630350.3613
19	356361.7554	2631067.5203	153	349411.4438	2630591.1326
20	356016.4734	2630861.1448	154	349398.2146	2630826.6122
21	355929.1608	2630710.3320	155	349429.9646	2631218.1964
22	355893.4419	2630420.6127	156	349531.2888	2631716.7293
23	355921.2232	2630257.8936	157	349474.9439	2631792.3433
24	356064.0985	2630122.9559	158	349377.0479	2631871.7185
25	356183.1613	2630067.3933	159	349247.4018	2631929.9269
26	356389.5367	2629964.2055	160	349168.0266	2632062.2189
27	356440.6337	2629868.9792	161	349107.1723	2632173.3441
28	356326.0365	2629837.2053	162	349054.2556	2632287.1152
29	356266.5052	2629741.9551	163	348964.2970	2632371.7820
30	356159.3487	2629761.7989	164	348927.2553	2632472.3239
31	356040.2860	2629821.3303	165	348850.5260	2632580.8032
32	355841.8481	2629821.3303	166	348705.0049	2632641.6575
33	355500.5349	2629777.6739	167	348707.6507	2632850.6788
34	355258.4407	2629809.4240	168	348660.0256	2633141.7210
35	355111.5966	2629845.1428	169	348553.4252	2633359.1858
36	354909.1900	2629829.2678	170	348302.8374	2633427.4716

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 8,468.0656 hectáreas.					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
37	354802.0335	2629861.0178	171	347980.0451	2633612.6803
38	354462.1755	2629860.6210	172	347837.1698	2633633.8470
39	354372.8785	2629837.4699	173	347712.8154	2633760.8473
40	354339.8055	2629665.4904	174	347641.3777	2633930.1809
41	354257.1230	2629599.3444	175	347543.4817	2634096.8688
42	353929.7005	2629576.1933	176	347514.3775	2634260.9108
43	353718.0334	2629596.0371	177	347479.9816	2634364.0985
44	353519.5955	2629672.1050	178	347379.4397	2634536.0780
45	353243.4361	2629793.7860	179	347357.0603	2634600.5703
46	353189.6849	2629732.7051	180	347305.4665	2634747.4143
47	353171.3701	2629636.7444	181	347469.1313	2634866.7476
48	353262.6515	2629521.6504	182	347550.2065	2634919.3939
49	353331.6131	2629431.7914	183	347723.5090	2635005.3836
50	353246.7765	2629331.1501	184	347812.1446	2635056.9775
51	353199.1514	2629223.9936	185	348165.3640	2635430.0407
52	353409.4956	2629100.9621	186	348394.2291	2635594.0827
53	353556.3396	2628993.8056	187	348650.8754	2635718.4371
54	353754.7775	2628910.4617	188	348874.4488	2635653.6141
55	353917.4966	2628696.1488	189	348984.2511	2635698.5933
56	354296.4865	2628402.2490	190	349164.1681	2635730.3434
57	354410.7867	2628300.6488	191	349228.9912	2635838.8228
58	354620.3371	2628046.6483	192	349221.0536	2635961.8543
59	354709.2373	2627754.5477	193	349204.3456	2636030.7749
60	354740.9874	2627570.3974	194	349263.7178	2636089.1853
61	354410.7867	2627341.7969	195	349315.6446	2636097.1075
62	354074.2361	2627278.2968	196	349376.1659	2636083.8936
63	353680.5353	2627113.1965	197	349444.9577	2636070.0029
64	353559.8850	2626903.6460	198	349689.8301	2635976.8694
65	353451.9348	2626706.7957	199	349820.0054	2635934.0068
66	353445.5848	2626516.2953	200	349932.7181	2635875.2692
67	353382.0847	2626306.7449	201	350005.7432	2635786.3690
68	353382.0847	2626167.0446	202	350112.1059	2635695.8813
69	353509.0849	2626040.0443	203	350150.2060	2635670.4813
70	353693.2353	2625824.1439	204	350308.9563	2635584.7561
71	353674.1853	2625617.5568	205	350399.4440	2635619.6812
72	353661.4852	2625446.1065	206	350596.2944	2635641.9062
73	353822.3522	2625303.6545	207	351007.0873	2635894.4956
74	353885.8523	2625129.0292	208	351305.5379	2636038.4293
75	353996.9776	2624980.8622	209	351443.1215	2636154.8462
76	354081.6444	2624811.5285	210	351591.2885	2636186.5962
77	354240.3947	2624689.8200	211	351716.1721	2636377.0966
78	354409.7284	2624583.9864	212	351841.0556	2636440.5967

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 8,468.0656 hectáreas.					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
79	354489.1035	2624367.0276	213	351993.4560	2636679.7805
80	354605.5204	2624234.7357	214	352215.7064	2636969.7645
81	354610.8121	2624081.2771	215	352416.7901	2637185.6649
82	354397.9103	2624068.0479	216	352412.5568	2637378.2819
83	354318.5352	2624001.9019	217	352501.4570	2637700.0159
84	354231.2225	2623951.6310	218	352808.3743	2638169.9169
85	354204.7641	2623874.9017	219	353030.1035	2637949.4920
86	354212.7016	2623732.0264	220	353274.8435	2637790.7417
87	354215.3474	2623488.6092	221	353453.4376	2637526.1578
88	354255.0350	2623186.9836	222	353711.4069	2637380.6367
89	354153.5803	2623147.7271	223	354227.3454	2637175.5842
90	354068.1998	2623251.3026	224	354938.8430	2636991.5762
91	353992.1842	2623343.5191	225	355421.5006	2637197.8533
92	353888.9965	2623449.3527	226	355778.6888	2637499.4789
93	353532.6361	2623631.8873	227	355997.1702	2637669.6486
94	353357.1829	2623743.0408	228	356132.1079	2637827.0760
95	353259.2869	2623872.6869	229	356402.5097	2637695.5868
96	353185.2034	2624028.7913	230	356546.7079	2637605.6283
97	353121.7033	2624214.0001	231	356709.8651	2637436.1597
98	353013.2239	2624232.5209	232	356787.1934	2637355.8422
99	352891.5153	2624253.6876	233	356889.6086	2637352.1570
100	352748.6400	2624256.3335	234	357184.6196	2637460.6364
101	352560.7855	2624274.8543	235	357338.0782	2637467.2509
102	352468.5425	2624285.3365	236	357387.0262	2637538.6886
103	352349.9122	2624399.7379	237	357451.8493	2637702.7306
104	352265.2453	2624508.2173	238	357623.8288	2637918.3664
105	352180.5785	2624574.3633	239	357811.6833	2637979.2207
106	352090.6200	2624635.2176	240	357970.4336	2637996.4187
107	352021.8282	2624836.3013	241	358109.3402	2637783.4287
108	352016.5365	2624981.8224	242	358257.5071	2637545.3032
109	351945.0988	2625119.4060	243	358352.7573	2637483.1260
110	351820.7444	2625204.0729	244	358485.0492	2637524.1365
111	351762.5360	2625368.1149	245	358551.1952	2637692.1472
112	351696.3900	2625569.1986	246	358494.3097	2637849.5746
113	351670.5666	2625749.9623	247	358477.1117	2637952.7623
114	351583.5450	2625870.4273	248	358560.4556	2637987.1582
115	351591.4825	2625956.1525	249	358658.3517	2637985.8353
116	351539.0949	2626040.2902	250	358735.0810	2638048.0125
117	351469.2448	2626054.5777	251	358776.0915	2638000.3874
118	351389.8696	2626056.1652	252	358881.9250	2637919.6894
119	351320.0195	2626114.9028	253	358938.8106	2637868.0955
120	351254.9318	2626175.2279	254	359028.7691	2637763.5849

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 8,468.0656 hectáreas.					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
121	351177.1442	2626184.7530	255	359073.7483	2637677.5951
122	351075.5440	2626191.1030	256	359075.0713	2637558.5324
123	350994.5813	2626235.5531	257	359100.2067	2637465.9280
124	350867.5811	2626426.0534	258	359257.6341	2637311.1465
125	350799.3184	2626435.5785	259	359318.4884	2637209.2817
126	350613.5806	2626419.7034	260	359444.1657	2637071.6981
127	350486.5803	2626413.3534	261	359560.5826	2637012.1667
128	350337.3550	2626443.5160	262	359654.5099	2636942.0520
129	350115.1046	2626465.7410	263	359769.6039	2636837.5414
130	350032.5544	2626480.0285	264	359843.6874	2636780.6558
131	349900.7916	2626553.0537	265	359901.8958	2636660.2702
132	349859.5165	2626553.0537	266	359989.2085	2636602.0617
133	349749.9788	2626600.6788	267	360011.6981	2636452.5718
134	349684.8912	2626638.7789	268	360102.9796	2636246.1964

Tabla IV.3.- Coordenadas del Sistema Ambiental

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	352601.0588	2639949.9600	274	360977.2687	2630577.1626
2	352692.9366	2640052.3873	275	360932.8186	2630574.7813
3	352818.3494	2640003.1747	276	360909.0061	2630561.2875
4	352950.1121	2639980.9496	277	360878.0498	2630566.8438
5	353072.3499	2639863.4744	278	360812.1684	2630561.2875
6	353210.4627	2639968.2496	279	360730.4120	2630556.5250
7	353323.1754	2640133.3499	280	360662.1493	2630558.9063
8	353385.0880	2640269.8752	281	360553.4054	2630573.9876
9	353440.6506	2640341.3128	282	360515.3053	2630589.8626
10	353597.8134	2640401.6380	283	360477.9990	2630551.7625
11	353718.4637	2640401.6380	284	360415.2926	2630504.9312
12	353848.6389	2640400.0505	285	360378.7800	2630477.9436
13	353970.8767	2640431.8005	286	360425.5408	2630176.0667
14	354139.1520	2640468.3131	287	360369.1678	2630105.7308
15	354280.4398	2640455.6131	288	360306.4781	2629982.9204
16	354375.6900	2640414.3380	289	360171.5403	2629861.2119
17	354426.4901	2640339.7253	290	360097.4568	2629784.4825
18	354458.4717	2640223.2092	291	360063.0609	2629665.4198
19	354577.5344	2640170.8216	292	360145.0819	2629586.0446
20	354658.4971	2640091.4465	293	360282.6655	2629591.3363
21	354741.0472	2639967.6212	294	360404.3741	2629638.9614

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
22	354845.8224	2639937.4586	295	360589.5828	2629615.1489
23	354933.1351	2639873.9585	296	360716.5831	2629517.2528
24	355002.0835	2639860.5519	297	360843.5833	2629390.2526
25	355010.8897	2639728.0405	298	360967.9377	2629324.1066
26	355025.7064	2639617.9736	299	361153.1464	2629220.9189
27	355013.0064	2639524.8401	300	361277.5008	2629109.7937
28	355029.9397	2639457.1066	301	361346.2926	2629006.6060
29	355084.9732	2639391.4898	302	361349.2031	2628849.4432
30	355152.4714	2639319.3366	303	361273.1352	2628773.3753
31	355169.0227	2639214.8184	304	361170.6090	2628677.4637
32	355303.9604	2639099.7244	305	361134.2287	2628535.2498
33	355401.8565	2638974.0471	306	361091.2338	2628316.9682
34	355428.3148	2638880.1198	307	361005.2440	2628283.8952
35	355531.5026	2638808.6822	308	360945.7127	2628250.8222
36	355588.9001	2638696.4960	309	360935.7908	2628088.7646
37	355595.0027	2638570.5567	310	360892.7959	2628032.5405
38	355632.0444	2638417.0980	311	360826.6499	2628039.1551
39	355692.8987	2638393.2855	312	360413.2377	2628224.3638
40	355764.3364	2638405.1918	313	360304.0968	2628389.7287
41	355786.8260	2638332.4312	314	360244.5654	2628568.3228
42	355769.6280	2638280.8373	315	359999.8254	2628836.2140
43	355809.3156	2638078.4307	316	359877.4553	2628965.1986
44	355698.1904	2637899.8366	317	359748.4707	2628932.7871
45	355780.2114	2637714.6279	318	359650.5747	2628948.6621
46	355997.1702	2637669.6486	319	359544.7411	2628977.7664
47	356132.1079	2637827.0760	320	359399.2200	2629014.8081
48	356291.3844	2637763.0557	321	359266.9281	2629035.9748
49	356402.5097	2637695.5868	322	359134.6361	2629035.9748
50	356546.7079	2637605.6283	323	359034.0943	2628996.2872
51	356787.1934	2637355.8422	324	358946.7816	2628930.1413
52	356889.6086	2637352.1570	325	358793.3230	2628795.2035
53	357045.7130	2637405.0737	326	358647.8018	2628792.5576
54	357184.6196	2637460.6364	327	358658.3852	2628678.7866
55	357244.1509	2637455.3447	328	358647.8018	2628530.6196
56	357338.0782	2637467.2509	329	358610.7601	2628371.8693
57	357387.0262	2637538.6886	330	358510.2182	2628221.0565
58	357451.8493	2637702.7306	331	358327.6554	2628141.6813
59	357623.8288	2637918.3664	332	358108.0508	2628059.6603
60	357811.6833	2637979.2207	333	358018.0922	2628004.0977
61	357970.4336	2637996.4187	334	357969.7050	2627924.4010
62	358109.3402	2637783.4287	335	357957.5025	2627737.1988
63	358257.5071	2637545.3032	336	357945.5963	2627510.9796

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
64	358352.7573	2637483.1260	337	357933.6900	2627356.1980
65	358485.0492	2637524.1365	338	357838.4398	2627264.9166
66	358551.1952	2637692.1472	339	357691.5958	2627288.7291
67	358494.3097	2637849.5746	340	357453.4703	2627312.5417
68	358477.1117	2637952.7623	341	357333.9406	2627282.6593
69	358560.4556	2637987.1582	342	357297.8950	2627246.9249
70	358658.3517	2637985.8353	343	357247.0949	2627217.2915
71	358735.0810	2638048.0125	344	357206.8781	2627143.2080
72	358776.0915	2638000.3874	345	357151.8447	2627052.1911
73	358881.9250	2637919.6894	346	357096.8112	2626959.0576
74	358938.8106	2637868.0955	347	357088.3445	2626859.5741
75	359028.7691	2637763.5849	348	357062.9445	2626781.2573
76	359073.7483	2637677.5951	349	357024.8444	2626715.6405
77	359075.0713	2637558.5324	350	357012.1444	2626620.3903
78	359100.2067	2637465.9280	351	356957.1110	2626561.1235
79	359174.2902	2637397.1362	352	356895.7275	2626518.7901
80	359257.6341	2637311.1465	353	356808.9440	2626497.6234
81	359318.4884	2637209.2817	354	356764.4939	2626480.6900
82	359387.2802	2637133.8753	355	356745.4439	2626446.8233
83	359444.1657	2637071.6981	356	356792.0106	2626393.9065
84	359560.5826	2637012.1667	357	356844.9274	2626353.6897
85	359654.5099	2636942.0520	358	356959.2276	2626305.0063
86	359769.6039	2636837.5414	359	357037.5444	2626247.8562
87	359843.6874	2636780.6558	360	357113.7446	2626209.7561
88	359901.8958	2636660.2702	361	357170.8947	2626114.5059
89	359989.2085	2636602.0617	362	357217.4615	2626048.8891
90	360011.6981	2636452.5718	363	357200.5281	2625985.3890
91	360060.6461	2636344.0925	364	357160.3114	2625904.9555
92	360102.9796	2636246.1964	365	357139.2888	2625818.7628
93	360184.8370	2636154.4597	366	357254.5032	2625748.5865
94	360279.9862	2636109.4066	367	357352.3992	2625719.4822
95	360356.1863	2636057.0190	368	357442.3578	2625703.6072
96	360384.7614	2636029.2377	369	357511.1496	2625613.6487
97	360557.7992	2636004.6314	370	357534.9621	2625576.6069
98	360603.0431	2635907.7937	371	357450.2953	2625499.8776
99	360659.3994	2635789.5247	372	357365.6284	2625420.5025
100	360719.4600	2635729.4641	373	357360.3368	2625354.3565
101	360755.4434	2635657.4973	374	357378.8576	2625304.0856
102	360782.9601	2635600.3472	375	357315.3575	2625230.0021
103	360774.4934	2635532.6137	376	357410.6077	2625060.6684
104	360774.4934	2635442.6552	377	357368.2743	2624952.1890
105	360815.3275	2635396.3531	378	357307.4200	2624798.7304

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
106	360873.5360	2635412.2281	379	357299.4825	2624700.8344
107	360976.7237	2635400.3218	380	357235.9823	2624563.2508
108	361034.9321	2635372.5405	381	357196.2948	2624502.3965
109	361110.8070	2635344.8402	382	357222.7531	2624407.1463
110	361198.0481	2635310.8925	383	357246.5657	2624314.5419
111	361307.0566	2635249.5090	384	357220.1073	2624169.0208
112	361398.0735	2635196.5922	385	357103.6904	2624047.3122
113	361480.6236	2635156.3755	386	357005.7944	2623936.1870
114	361640.4323	2635118.2754	387	356929.0651	2623795.9575
115	361721.9241	2635073.8253	388	356820.5857	2623634.5614
116	361818.2326	2635023.0252	389	356661.8354	2623494.3319
117	361910.3078	2634981.7501	390	356455.4599	2623404.3734
118	361939.9412	2634958.4668	391	356259.6679	2623356.7483
119	361966.5319	2634697.5871	392	356098.2717	2623285.3107
120	361924.1985	2634573.2327	393	355923.6464	2623166.2480
121	361815.7191	2634452.8470	394	355767.5419	2623068.3519
122	361761.4794	2634319.2322	395	355595.5624	2623041.8935
123	361736.3439	2634131.3776	396	355444.7496	2623089.5186
124	361664.9063	2634073.1692	397	355328.3327	2623211.2272
125	361693.4814	2634034.8045	398	355008.1862	2623235.0398
126	361778.4128	2633976.8606	399	354812.3942	2623134.4979
127	361851.4379	2633915.7418	400	354645.7063	2623076.2894
128	361899.8568	2633866.5292	401	354471.0810	2623020.7268
129	362004.6320	2633827.6353	402	354291.1640	2623073.6436
130	362095.1197	2633839.5416	403	354153.5803	2623147.7271
131	362157.0323	2633828.4291	404	353992.1842	2623343.5191
132	362291.5732	2633722.9924	405	353888.9965	2623449.3527
133	362435.5068	2633727.2258	406	353532.6361	2623631.8873
134	362579.4404	2633680.6590	407	353357.1829	2623743.0408
135	362657.7572	2633631.9756	408	353259.2869	2623872.6869
136	362742.4241	2633631.9756	409	353185.2034	2624028.7913
137	362865.1910	2633595.9922	410	353121.7033	2624214.0001
138	362966.7912	2633551.5421	411	353013.2239	2624232.5209
139	363064.1581	2633492.2753	412	352891.5153	2624253.6876
140	363125.5415	2633409.7251	413	352748.6400	2624256.3335
141	363182.6916	2633297.5416	414	352560.7855	2624274.8543
142	363241.9584	2633253.0915	415	352468.5425	2624285.3365
143	363616.2917	2633120.4027	416	352349.9122	2624399.7379
144	364186.6631	2633005.1521	417	352265.2453	2624508.2173
145	364992.7614	2632885.7952	418	352180.5785	2624574.3633
146	365250.5057	2632912.0271	419	352090.6200	2624635.2176
147	365946.6754	2632846.8105	420	352021.8282	2624836.3013

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
148	366126.7956	2632897.4908	421	352016.5365	2624981.8224
149	366283.9585	2632884.7907	422	351945.0988	2625119.4060
150	366358.5711	2632808.5906	423	351820.7444	2625204.0729
151	366623.6841	2632726.0404	424	351762.5360	2625368.1149
152	366744.3344	2632657.7778	425	351696.3900	2625569.1986
153	366947.8170	2632496.6649	426	351670.5666	2625749.9623
154	367217.4103	2632572.0526	427	351583.5450	2625870.4273
155	367479.7869	2632585.5946	428	351591.4825	2625956.1525
156	367539.2501	2632573.3226	429	351539.0949	2626040.2902
157	367572.0585	2632496.0641	430	351469.2448	2626054.5777
158	367654.6087	2632480.1891	431	351389.8696	2626056.1652
159	367740.3339	2632553.2142	432	351320.0195	2626114.9028
160	367775.2589	2632580.7310	433	351254.9318	2626175.2279
161	367833.4674	2632566.9726	434	351177.1442	2626184.7530
162	367860.9841	2632526.7559	435	351075.5440	2626191.1030
163	367851.4591	2632472.7808	436	350994.5813	2626235.5531
164	367865.2174	2632418.8056	437	350867.5811	2626426.0534
165	367941.4176	2632356.3639	438	350799.3184	2626435.5785
166	367987.9844	2632318.2638	439	350613.5806	2626419.7034
167	367961.7376	2632159.9368	440	350486.5803	2626413.3534
168	367995.6044	2632039.2866	441	350337.3550	2626443.5160
169	368195.3652	2631876.8850	442	350115.1046	2626465.7410
170	368248.2820	2631829.2599	443	350032.5544	2626480.0285
171	368294.5841	2631747.2389	444	349900.7916	2626553.0537
172	368336.9176	2631707.5513	445	349859.5165	2626553.0537
173	368391.1572	2631645.3741	446	349749.9788	2626600.6788
174	368391.1572	2631593.7802	447	349684.8912	2626638.7789
175	368354.2478	2631429.4737	448	349611.8661	2626742.4957
176	368381.7645	2631340.5735	449	349588.0535	2626769.6156
177	368377.5312	2631289.7734	450	349664.1214	2626852.9595
178	368453.7313	2631219.9232	451	349725.6371	2626932.3347
179	368519.3481	2631141.6064	452	349744.8194	2627368.5012
180	368627.2983	2631042.1229	453	349715.7152	2627564.2932
181	368722.0145	2630966.3995	454	349673.3818	2627773.3145
182	368730.9094	2630888.6113	455	349638.9859	2627926.7731
183	368758.4261	2630789.1278	456	349596.6525	2628061.7109
184	368723.0018	2630612.1437	457	349601.9442	2628249.5654
185	368718.2094	2630509.7272	458	349448.4855	2628384.5032
186	368773.2428	2630446.2271	459	349345.2978	2628503.5659
187	368817.6929	2630357.3269	460	349287.0894	2628667.6079
188	369042.0600	2630019.4533	461	349165.3808	2628760.2123
189	369184.9353	2630011.5158	462	349117.7557	2628911.0251

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
190	369306.6439	2629821.0154	463	349226.2351	2629228.5257
191	369356.9148	2629686.0777	464	349271.2143	2629604.2348
192	369356.9148	2629598.7650	465	349300.3186	2629813.2560
193	369330.4564	2629434.7230	466	349382.3396	2630350.3613
194	369171.7061	2629307.7228	467	349411.4438	2630591.1326
195	368994.4349	2629127.8057	468	349398.2146	2630826.6122
196	368962.6849	2628995.5138	469	349429.9646	2631218.1964
197	368875.3722	2628939.9512	470	349472.2981	2631440.4468
198	368827.9305	2628932.5269	471	349531.2888	2631716.7293
199	368764.4304	2628880.1393	472	349474.9439	2631792.3433
200	368686.6427	2628838.8642	473	349377.0479	2631871.7185
201	368621.5551	2628800.7642	474	349247.4018	2631929.9269
202	368546.9425	2628802.3517	475	349168.0266	2632062.2189
203	368402.4797	2628764.2516	476	349107.1723	2632173.3441
204	368317.1041	2628775.9901	477	349054.2556	2632287.1152
205	368242.1419	2628819.8142	478	348964.2970	2632371.7820
206	368102.4416	2628818.2267	479	348927.2553	2632472.3239
207	368043.1351	2628737.3831	480	348850.5260	2632580.8032
208	368091.8185	2628675.9996	481	348705.0049	2632641.6575
209	368102.4019	2628563.8161	482	348707.6507	2632850.6788
210	368146.8520	2628407.1824	483	348660.0256	2633141.7210
211	368074.8852	2628297.1155	484	348553.4252	2633359.1858
212	367946.2974	2628132.0152	485	348302.8374	2633427.4716
213	367798.1304	2627936.2232	486	348141.4412	2633522.7218
214	367565.2966	2627764.2436	487	347980.0451	2633612.6803
215	367210.7543	2627698.0977	488	347837.1698	2633633.8470
216	366832.3993	2627801.2854	489	347712.8154	2633760.8473
217	366488.3614	2627925.3494	490	347641.3777	2633930.1809
218	366119.4561	2628172.8052	491	347543.4817	2634096.8688
219	365831.0597	2628360.6598	492	347514.3775	2634260.9108
220	365635.2676	2628461.2016	493	347479.9816	2634364.0985
221	365564.6772	2628363.1671	494	347379.4397	2634536.0780
222	365510.9132	2628204.5553	495	347357.0603	2634600.5703
223	365407.8751	2628058.1327	496	347305.4665	2634747.4143
224	365270.1419	2628022.7641	497	347448.3418	2634853.2479
225	365083.6103	2628102.1393	498	347550.2065	2634919.3939
226	364825.6410	2628268.8271	499	347723.5090	2635005.3836
227	364662.9219	2628530.7651	500	347812.1446	2635056.9775
228	364393.6814	2628788.2052	501	348165.3640	2635430.0407
229	364285.7312	2628832.6553	502	348394.2291	2635594.0827
230	364196.8310	2628832.6553	503	348650.8754	2635718.4371
231	364038.9950	2628845.0207	504	348762.0006	2635689.3329

Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 13 Superficie: 17,564.1254 hectáreas					
Vértice	Coordenada		Vértice	Coordenada	
	X	Y		X	Y
232	363898.3804	2628927.9055	505	348874.4488	2635653.6141
233	363765.0301	2629016.8057	506	348984.2511	2635698.5933
234	363652.8466	2629086.6558	507	349068.9179	2635717.1142
235	363614.7465	2629211.5394	508	349164.1681	2635730.3434
236	363574.5297	2629321.6063	509	349228.9912	2635838.8228
237	363428.4794	2629524.8067	510	349221.0536	2635961.8543
238	363424.2461	2629626.4069	511	349204.3456	2636030.7749
239	363352.2793	2629725.8905	512	349263.7178	2636089.1853
240	363267.6125	2629835.9573	513	349308.6970	2636110.3520
241	363231.6291	2629912.1575	514	349376.1659	2636083.8936
242	363161.7789	2629922.7408	515	349444.9577	2636070.0029
243	363104.6288	2629967.1909	516	349689.8301	2635976.8694
244	363045.3620	2630026.4577	517	349820.0054	2635934.0068
245	362990.2227	2630006.4552	518	349932.7181	2635875.2692
246	362926.7226	2630010.4239	519	350005.7432	2635786.3690
247	362885.4475	2630031.8552	520	350112.1059	2635695.8813
248	362835.4412	2630031.0615	521	350150.2060	2635670.4813
249	362772.7348	2630006.4552	522	350308.9563	2635584.7561
250	362693.3596	2630004.0739	523	350399.4440	2635619.6812
251	362640.1783	2630027.8865	524	350596.2944	2635641.9062
252	362583.0282	2630048.5240	525	351007.0873	2635894.4956
253	362419.5153	2630083.4491	526	351305.5379	2636038.4293
254	362331.4089	2630130.2804	527	351443.1215	2636154.8462
255	362267.9088	2630146.9492	528	351591.2885	2636186.5962
256	362200.4399	2630162.8242	529	351716.1721	2636377.0966
257	362129.7960	2630145.3617	530	351841.0556	2636440.5967
258	362080.5834	2630131.0742	531	351993.4560	2636679.7805
259	362009.9395	2630160.4430	532	352215.7064	2636969.7645
260	361994.0645	2630201.7181	533	352416.7901	2637185.6649
261	361967.0769	2630250.9307	534	352412.5568	2637378.2819
262	361885.3205	2630234.2619	535	352501.4570	2637700.0159
263	361798.8016	2630186.6368	536	352808.3743	2638169.9169
264	361695.6139	2630159.6492	537	352469.7069	2638373.1173
265	361621.6312	2630134.3661	538	352315.1899	2638616.5344
266	361606.7137	2630212.0368	539	352380.8067	2638855.7182
267	361595.6012	2630256.4869	540	352440.0735	2639097.0187
268	361551.9449	2630273.1557	541	352545.9071	2639200.7356
269	361482.0947	2630303.3183	542	352681.3740	2639262.1190
270	361427.3259	2630341.4183	543	352924.7912	2639465.3194
271	361278.1006	2630435.0810	544	352806.2576	2639594.4364
272	361182.8504	2630515.2499	545	352598.8238	2639679.1032
273	361043.9438	2630524.7750			

Es así como la vegetación constituye un factor de análisis y discusión para la delimitación del Sistema Ambiental, si bien no existe patrones de distribución espacial bien diferenciados a nivel de comunidades vegetales, si podemos hablar de regiones vegetales que se encuentran limitadas por el relieve y la altitud, estos parámetros se encuentran implícitos en el análisis de las curvas de nivel y la determinación del parteaguas, ya que se consideran los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; por lo tanto se considera un gradiente de vegetación, es decir, la variación de la distribución y densidad de las comunidades vegetales por el fenómeno de los vientos en las laderas que delimitan tanto las microcuencas como la unidad de análisis.

Por tal motivo, la principal característica que se considera en una escala de esta magnitud, son las morfoestructuras tectónicas individuales que se encuentran definidas por el clima regional y las condiciones hidrológicas, geomorfológicas y biogeográficas, de acuerdo a su localización altitudinal y latitudinal, es decir, el relieve y los afluentes principales.

Esta información se complementa con las unidades ambientales que se obtienen mediante la sobreposición de varias capas temáticas (uso de suelo, climas, tipo de suelo, etc.) utilizando el ARCGIS 10.3 y la recopilación bibliográfica de documentos especializados y bases de datos. Al delimitar el SA, se procede a complementar el análisis a través del estudio de la estructura y funcionamiento del territorio mediante el estudio de los factores bióticos (tipos de vegetación y fauna asociada a los mismos) y abióticos (temperatura, precipitación, edafología, geología, fisiografía, hidrología y paisaje).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la intención de delimitar la misma no solo fue definir el contexto espacial con base a los elementos hidrológicos, sino identificar los subsistemas que conforman dicho espacio, lo cual permitió generar un diagnóstico general sobre 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.

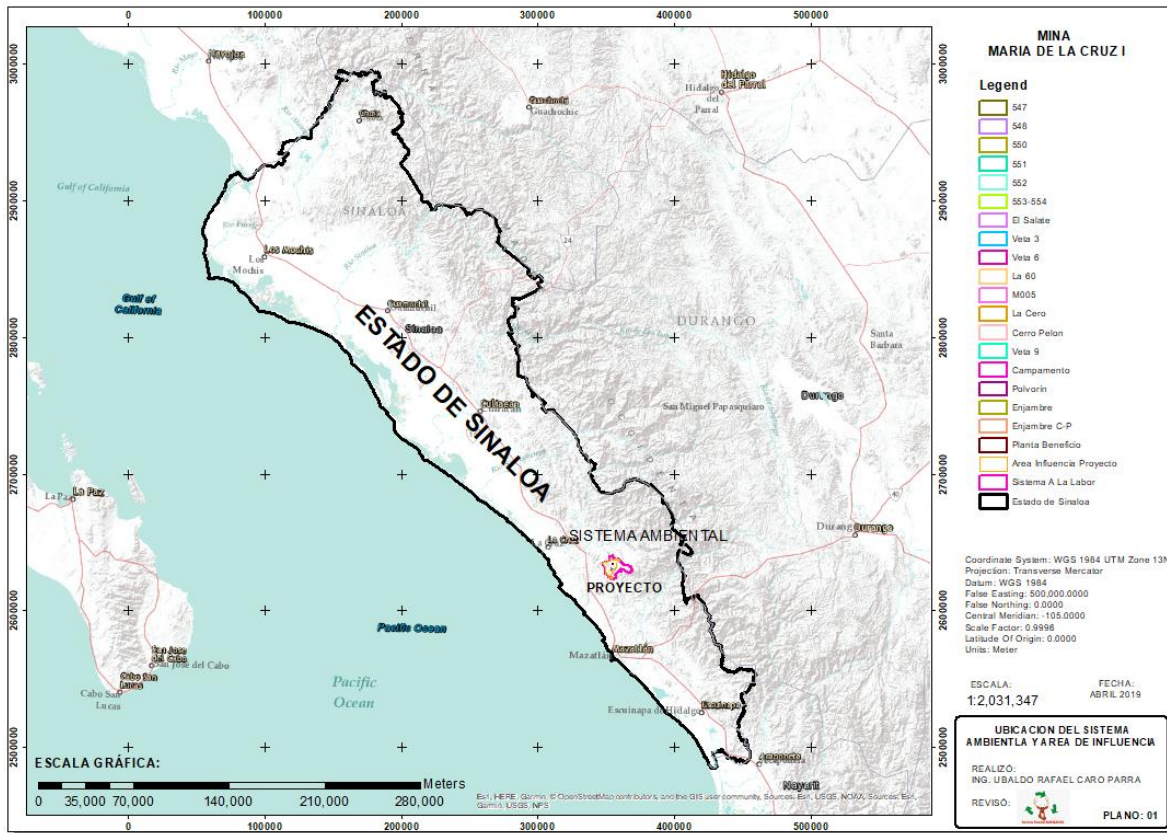


Figura IV.1.- Ubicación del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

Fuente: Proyecto Hidrología Superficie Serie I, Mapa Digital 6.0. Editado por el INEGI
 Procesado con el ARCGIS 10.3.

En anexo 3, se presentan todos los mapas de este capítulo.

En resumen, el límite del SA quedó establecido por la divisoria geográfica principal de las aguas de precipitación; también conocido como parteaguas, es decir, una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta hasta un punto de emisión, en la parte hipsométrica más baja.

En tanto el tamaño y la forma de la misma se encuentra determinados de manera general por las condiciones geológicas del terreno, el patrón y densidad de las corrientes que drenan este territorio, así como el relieve, el clima, tipo de suelo, vegetación y la repercusión de las actividades humanas en el área que delimita las microcuencas.

IV.2 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

En este apartado se efectúa una caracterización retrospectiva de la calidad

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
 PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA
 EXPLOTACION DE MINERALES".

ambiental del SA, de tal forma que se define cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia sustantiva. En este análisis se identifican y describen las tendencias de desarrollo y/o de deterioro que registra el SA y que pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente. Se analizan de manera integral los aspectos sustantivos de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico que definen la calidad ambiental del SA donde pretende establecerse el proyecto. El análisis antes citado y sus resultados se traducen en la determinación del estado “cero” o “estado sin proyecto” de dicho SA.

El análisis del cambio de uso de suelo en un área forestal específica para el Sistema Ambiental de referencia, debe ser enfocado a sus componentes abiótico, biótico y socioeconómico, desde esta perspectiva es que se desarrolla el presente apartado.

IV.2.1.-Clima.

El clima se define como las condiciones atmosféricas dominantes en un sitio o lugar determinado, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por Enriqueta García y cartografiada por INEGI, con los datos vectoriales a escala 1:1,000,000 de Climatología, en el SA, donde se pretende desarrollar el proyecto, se presentan tres tipos de clima **Aw0** que corresponde a un clima cálido subhúmedo que cubre un porcentaje de 68.81%; el **BS1(h')hw**, que corresponde a un clima Semiseco cálido, que cubre el 30.63% y **(A)C(w)**, que pertenece al clima Templado subhúmedo, en la parte más Este del Sistema Ambiental. Como se puede ver en la Figura IV.2. en el área donde se localiza del polígono del proyecto le corresponde un clima Semiseco cálido **BS1(h')hw**.

Fórmula climática	Grupo de clima	Superficie ha	Porcentaje (%)
BS1(h')hw	Semiseco cálido	5,380.5483	30.63
Aw0	Cálido subhúmedo	12,086.3582	68.81
(A)C(w1)	Templado subhúmedo	97.2189	0.55

El Área de Influencia sólo cuenta con los dos tipos de clima, con los siguientes porcentajes, para el BS1(h')hw con 26.98% (4,739.2979 ha) y el Aw0 con un 21.23% (3,728.7677 ha).

La descripción de cada unidad climática presente en el Área de Influencia y en el SA se describe a continuación:

Tabla IV.4.- Tipos climáticos del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

Fórmula climática	Descripción temperatura	Descripción precipitación

Aw0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.
BS1(h')hw	Semiseco cálido, temperatura media anual mayor de 22°C y una temperatura del mes más frío menor a 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.
(A)C(w1)	Clima Templado, Semicálido subhúmedo, de humedad media, temperatura media anual mayor a 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual y una precipitación del mes mas seco menor a 40 mm.

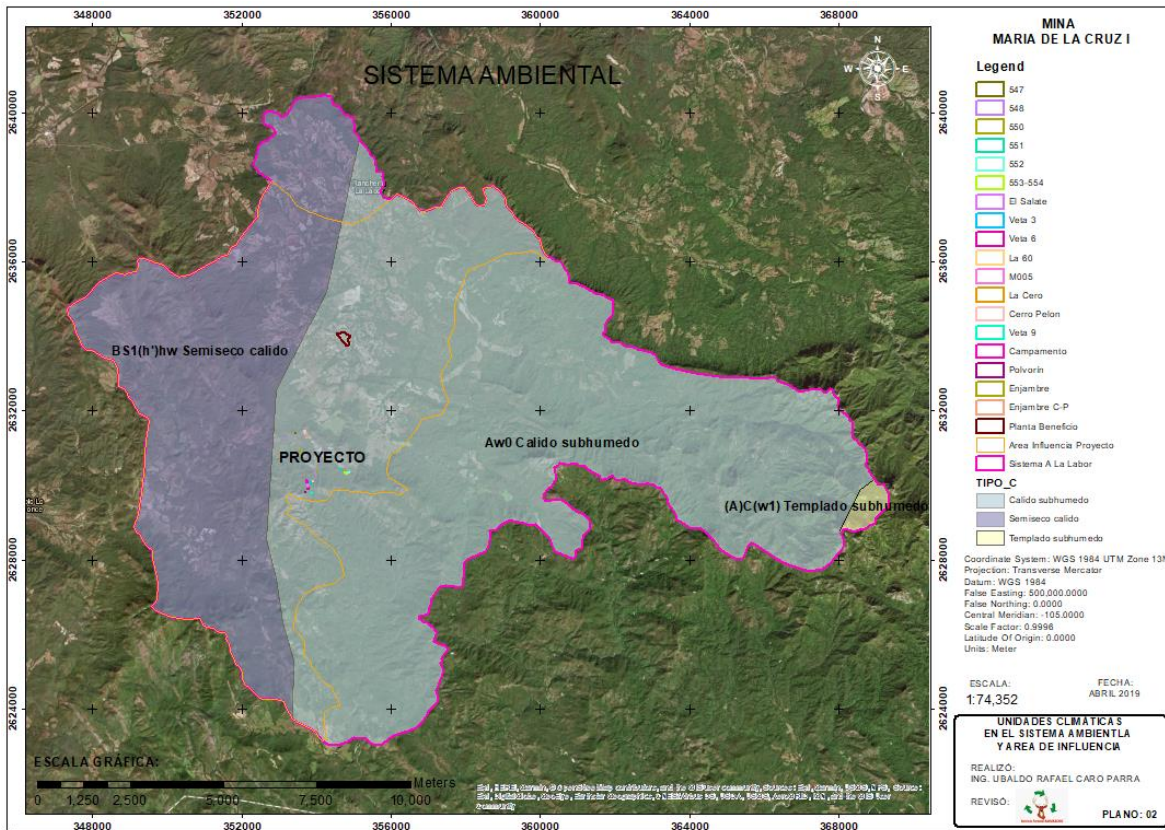


FIGURA IV.2.- Características climáticas presentes en el SA y AI.

La variación de temperatura y precipitación del clima identificado está en función de los rangos altitudinales, así como del relieve presente tal como las sierras que sirven de barreras para atrapar humedad y así propiciar mayores precipitaciones disminuyendo la temperatura, en la porción cercana al mar las temperaturas se incrementan y la humedad es menor, dichas características determinan el tipo de vegetación así como el suelo.

Siguiendo los registros de la estación meteorológica más cercana denominada San Ignacio (25084), se registra una temperatura anual promedio de 24.9°C y la temperatura del mes más frío se presenta en enero con 10.4° C, durante la época de invierno, mientras que el mes más caluroso se encuentra registrado en junio con 42.9° C que corresponde a la época de verano. Esta temperatura media anual se tomó como el promedio de temperaturas anuales en un tiempo estimado de 59 años. La temporada de lluvia es muy corta coincide con la época de mayor calor del año, en los meses más torrenciales de julio a septiembre, siendo el mes más lluvioso agosto con un promedio de 748.0 mm (estación San Ignacio), la precipitación pluvial promedio anual se acerca a los 748.0 mm (según estación climatológica de San Ignacio, San Ignacio, del periodo de 1951 al 2010).

Durante el verano las temperaturas se incrementan, registrándose el máximo histórico extremo tomado el día 21 de junio 1993 con 48.5°C.

En la estación San Ignacio, se reportan los siguientes datos:

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: SINALOA												PERIODO: 1951-2010	
ESTACION: 00025084 SAN IGNACIO		LATITUD: 23°56'29" N.					LONGITUD: 106°25'27" W.			ALTURA: 158.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	26.0	28.1	31.1	34.7	37.7	38.6	35.2	34.2	34.2	33.4	29.4	26.2	32.4
MAXIMA MENSUAL	32.7	35.4	36.5	40.1	40.8	42.9	39.5	38.4	39.9	39.6	34.6	33.7	
AÑO DE MAXIMA	1996	1996	1996	1996	1997	1993	2005	1997	2005	1995	1995	1977	
MAXIMA DIARIA	37.0	41.0	41.5	45.0	47.5	48.5	44.0	43.0	43.0	44.0	40.0	38.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	18/1986	20/1996	14/1979	23/1996	23/1989	21/1993	24/1997	01/1995	28/2005	20/1995	13/1995	15/1980	
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	29	29	29	30	30	29	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	18.2	19.8	22.0	25.3	28.7	31.3	29.5	28.7	28.6	26.6	21.8	18.7	24.9
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	29	29	29	30	30	29	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	10.4	11.4	12.9	15.8	19.7	24.0	23.7	23.3	23.0	19.9	14.1	11.2	17.5
MINIMA MENSUAL	5.4	8.5	9.5	12.1	15.7	21.1	21.8	21.5	20.8	16.6	11.3	7.2	
AÑO DE MINIMA	1996	2004	1988	1988	1985	1986	1985	1985	1985	1995	1992	1995	
MINIMA DIARIA	1.0	3.0	1.5	7.5	10.5	14.5	18.0	16.0	13.0	11.5	4.5	1.5	
FECHA MINIMA DIARIA	21/1988	21/1988	01/1998	03/1988	09/2002	03/1995	15/1984	27/1989	29/1989	13/1995	28/1992	21/1986	
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	29	29	29	30	30	29	
PRECIPITACION													
NORMAL	26.1	22.9	7.8	4.8	6.7	59.5	197.9	201.3	106.1	55.2	24.1	35.6	748.0
MAXIMA MENSUAL	113.0	114.3	108.5	64.3	67.0	237.5	304.0	370.5	230.0	252.5	80.3	117.9	
AÑO DE MAXIMA	1992	2005	1983	1997	2005	1976	1984	1977	1983	1981	1994	1994	
MAXIMA DIARIA	51.5	68.0	86.5	29.8	60.0	129.5	100.0	125.5	77.0	140.0	51.5	60.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	29/1984	04/2005	03/1983	03/1997	26/2005	13/1976	06/1986	03/1981	19/2001	11/1981	27/1996	09/1982	
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	29	29	29	30	30	29	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	93.1	121.8	207.2	277.6	350.5	320.4	210.4	185.5	171.4	173.1	117.8	82.3	2,311.1
AÑOS CON DATOS	20	20	20	20	20	19	19	19	18	19	19	21	

Figura IV.3.- Datos correspondientes a Normales Climatológicas del periodo 1951-2010

El contenido de humedad dentro del suelo varía de 156 a 162 mm, el suelo puede retener la humedad de 3 a 4 meses, en los meses de julio a octubre, como se presenta en la figura IV.4.

Tabla IV.5.- Valores Promedios de Temperaturas Mensuales.

1951- 2010			
MES	T° MEDIA MENSUAL	TEM. MEDIA MENSUAL MAXIMA	TEM. MEDIA MENSUAL MINIMA
Enero	18.2	26.0	10.4
Febrero	19.8	28.1	11.4
Marzo	22.0	31.1	12.9
Abril	25.3	34.7	15.8
Mayo	28.7	37.7	19.7
Junio	31.3	38.6	24.0
Julio	29.5	35.2	23.7
Agosto	28.7	34.2	23.3
Septiembre	28.6	34.2	23.0
Octubre	26.6	33.4	19.9
Noviembre	21.8	29.4	14.1
Diciembre	18.7	26.2	11.2
Media Anual	24.9	32.4	17.5

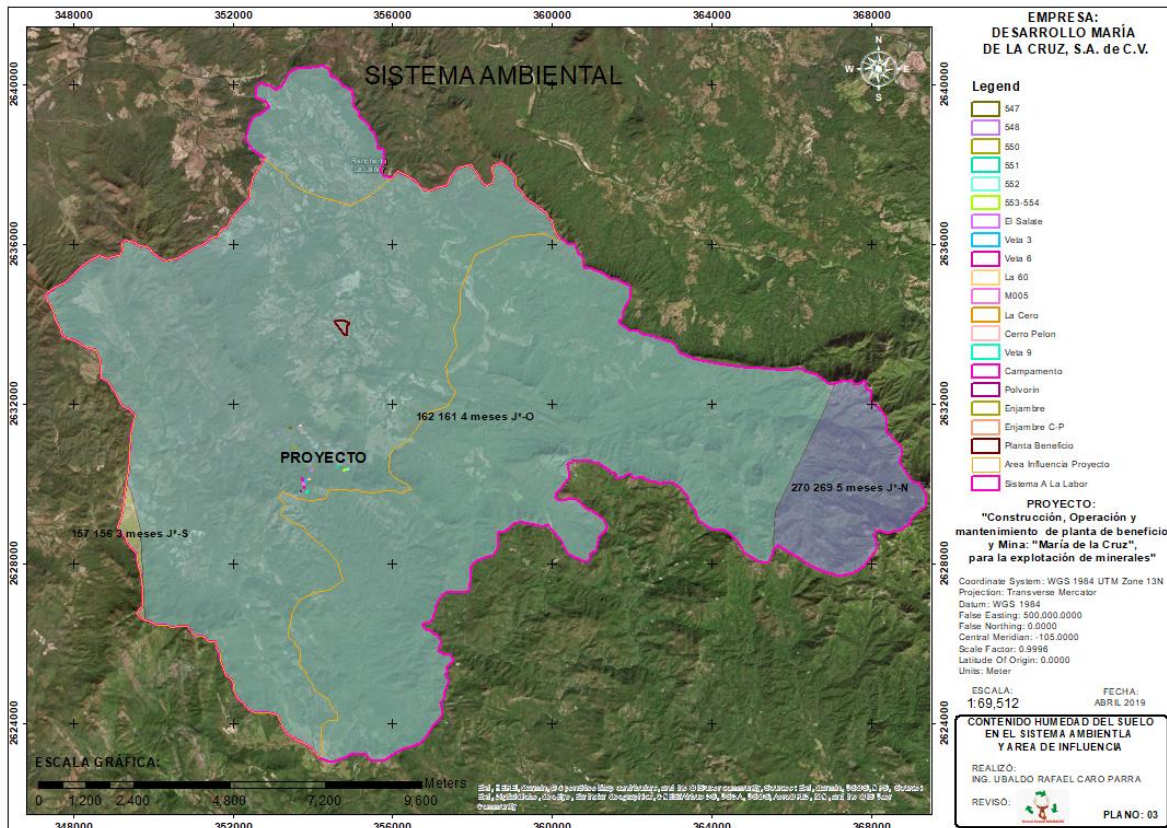


FIGURA IV.4.- Humedad y periodo de retención en el suelo que se presenta en el SA.
Conjunto de datos vectoriales del Proyecto Climás Serie II, humedad del suelo: escala 1:1,000 000.
INEGI.

Los eventos meteorológicos como ciclones, se presentan con regularidad, generalmente en los meses de julio a septiembre. La presencia de tormentas tropicales ha provocado fuertes precipitaciones en la zona, de tal forma que en un lapso de 24 hrs., se han alcanzado valores por encima de los 140.0 mm, como los registrados en el mes de octubre del año 1981 (Normales climatológicas, estación 00025084 San Ignacio).

Según datos de la CONABIO, la zona del Área de Influencia y del Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto, presenta un grado Muy Alto de peligrosidad por presencia de ciclones tropicales con un Índice de 0.45714 (Fuente: Datos Vectoriales, Datos de Peligro por Presencia de Ciclones Tropicales, CENAPRED).

Por su posición geográfica en la porción noroeste de la República Mexicana y su extenso litoral en el Océano Pacífico (Golfo de California), Sinaloa está expuesto a la incidencia de huracanes, con una frecuencia de 1.5 eventos por año.

En el Área de Influencia y en el SA delimitada para este proyecto la cruzan dos líneas de Isoterma, que corresponden a la de 22 y 24°C, aunque representa una temperatura media anual de 24.9°C. La Isoyeta que cruza corresponde a una precipitación anual de 800 mm.

La evapotranspiración real media anual está entre los 800 mm, y presentándose dentro del SA tres déficit medio de agua, a saber:

- ➡ De entre 400-500 mm
- ➡ De entre 500-600 mm y
- ➡ De entre 600-700 mm.

IV.2.2.1.2.- Geología y Orografía.

Las formas del relieve, está expresada en una asociación compleja de unidades formadas por rocas de diferentes orígenes y periodos, se presentan 2 tiempos geológicos el Mesozoico y Cenozoico, los cuales se describen a continuación.

Mesozoico.- Era que inicia hace 245 millones de años (MA) y finaliza 65 (Ma) antes del presente, con una duración de 180 Ma. Comprende los sistemas Triásico, Jurásico y Cretácico. Fue precedido por el Paleozoico y seguido por el Cenozoico.

Cenozoico.- Era geológica que precede al Mesozoico; inicia hace 65 Millones de años (Ma). Está conformada por los sistemas: Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Del Cenozoico se distinguen dos eventos volcánicos principales; el inferior, andesítico, ocurrido fundamentalmente en el Paleoceno y Eoceno y el superior, riolítico, ocurrido principalmente durante el Oligoceno. El Cenozoico Superior está

caracterizado por depósitos continentales areno-conglomeráticos y por derrames aislados de composición basáltica.

Los aspectos geológicos dan a conocer las características del suelo y las rocas que lo originaron, así como las condiciones y características del subsuelo, aspectos que resultan indispensables cuando se planea el uso del suelo y, a su vez, orienta respecto del establecimiento y desarrollo de actividades agrícolas, silvícolas, de extracción de minerales o de conservación ecológica.

En el Sistema Ambiental se alcanzan a distinguir 3 tipos de rocas que integran dos Clases de roca Ignea extrusiva e Ignea Intrusiva (Figura IV.6):

Tabla IV.6.- Unidades cronoestratificadas del área de Influenia y del SA.

Era	Sistema	Clase	Unidad Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Mesozoico	Cretácico	Ígnea intrusiva	Granodiorita K(Gd)	6,608.75	37.63
Cenozoico	Terciario	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida Tom(R-Ta)	7,245.45	41.25
	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita-Toba intermedia Ti(A-Ti)	3,553.41	20.23
	Cuaternario	N/A	Aluvial Q(al)	156.52	0.89

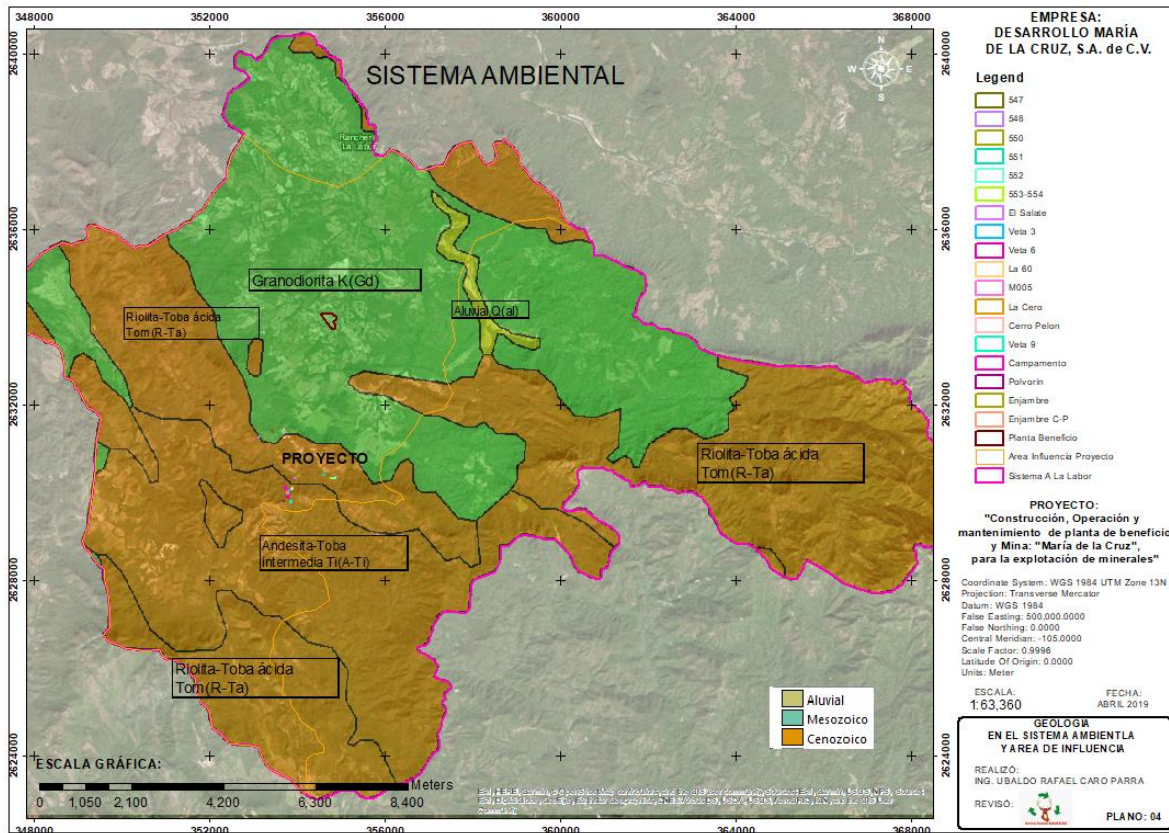


Figura IV.6.- Características geológicas del SA del DTU.
Fuente: Proyecto Geológico Serie I, MAPA DIGITAL 6.0, INEGI.

A continuación, se presenta la descripción del tipo de roca encontrado en el Sistema Ambiental:

Las rocas se clasifican en 3 grupos generales: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cada grupo en base a su mineralogía y textura se determinan tipos diferentes.

Rocas granodiorita: Asociación de rocas ígneas intrusivas de carácter ácido y textura fanerítica (grano grueso); se origina a partir de la variación en la composición del cuerpo intrusivo. El granito está conformado por minerales esenciales como cuarzo, feldespato y mica, y minerales accesorios como hornblenda, augita, turmalina, circón y magnetita. A la granodiorita la componen los minerales: cuarzo (20-40%), feldespato calco-alcalino y diferentes minerales ferromagnesianos, principalmente hornblenda y biotita; puede contener también pequeñas cantidades de feldespato alcalino; los minerales accesorios más importantes son la esfena, el apatito y la magnetita.

Roca ígnea.- la roca ígnea se forma, conforme se enfria y solidifica una roca fundida. Se clasifican en Ígnea extrusiva ó volcánica e Ígnea intrusiva ó plutónica. En el Sistema Ambiental se encuentra Ígnea intrusiva ácida, las cuales nunca se observarían si la corteza no ascendiera y las rocas caja no fueran eliminadas por erosión. Cuando una masa de roca de la corteza esta expuesta, es decir, no cubierta por el suelo, se denomina afloramiento. Las rocas Ígneas intrusivas acidas se dividen en:

- Granito (Gr)
- Granodiorita (Gd)
- Tonalita (Th)

IV.2.2.1.3. Geología estructural

El rasgo de estructura del SA, está orientada de dos formas Noroeste-Sureste y Noreste-Suroeste, este se debe a la tectónica acontecida en la región donde se localiza la unidad, estructura como falla normal (Figura IV.7).

Las fallas afectan de manera considerable la estabilidad de las rocas cuando se hacen excavaciones en las mismas, o cuando la erosión deja pendientes pronunciadas en el relieve, la zona donde se ha producido el movimiento de la falla es a menudo una masa de roca triturada, dicha zona se intemperiza con facilidad y contiene, muchos poros, los cuales se rellenan con agua durante la temporada de lluvias o con agua subterránea si la zona es profunda, esta posee alta permeabilidad.

Presencia de fallas y fracturas

En la parte Noreste y Noroeste del SA se visualizan la presencia de dos rupturas de la corteza, en la que no ha habido desplazamiento de bloques y se conoce como fallas. Las Fallas estan en dirección Noroeste-Sureste y Noreste-Suroeste, como se muestra en la figura IV.6.

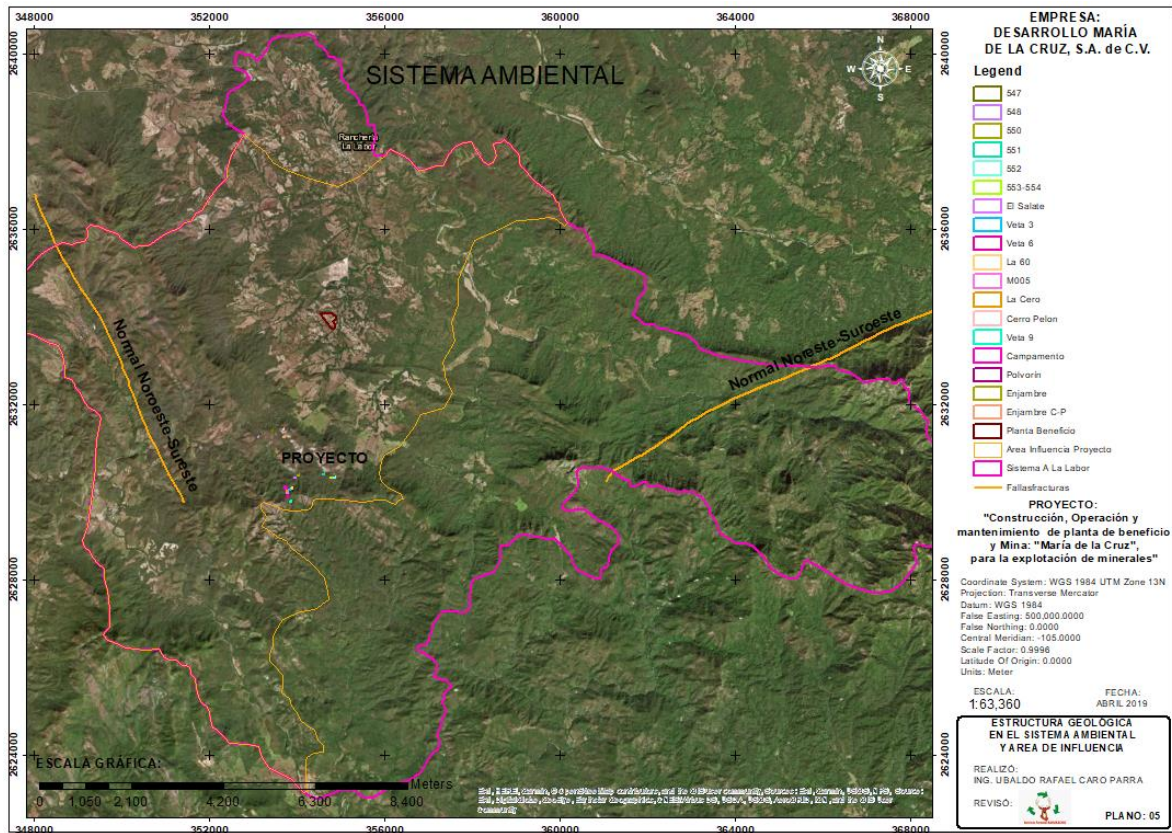


Figura IV.7.- Geología estructural.

Fuente: Proyecto Geológico Serie I, MAPA DIGITAL 6.0, INEGI.

Inundaciones

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED en datos vectoriales actualizados a mayo del 2014, debe entenderse por inundación, aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generando, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. En este mismo sentido, la CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Considerando, que políticamente, el área del SA se ubica en el municipio de San Ignacio, Sinaloa, se tiene una vulnerabilidad bajo a inundaciones (Figura IV.8.).

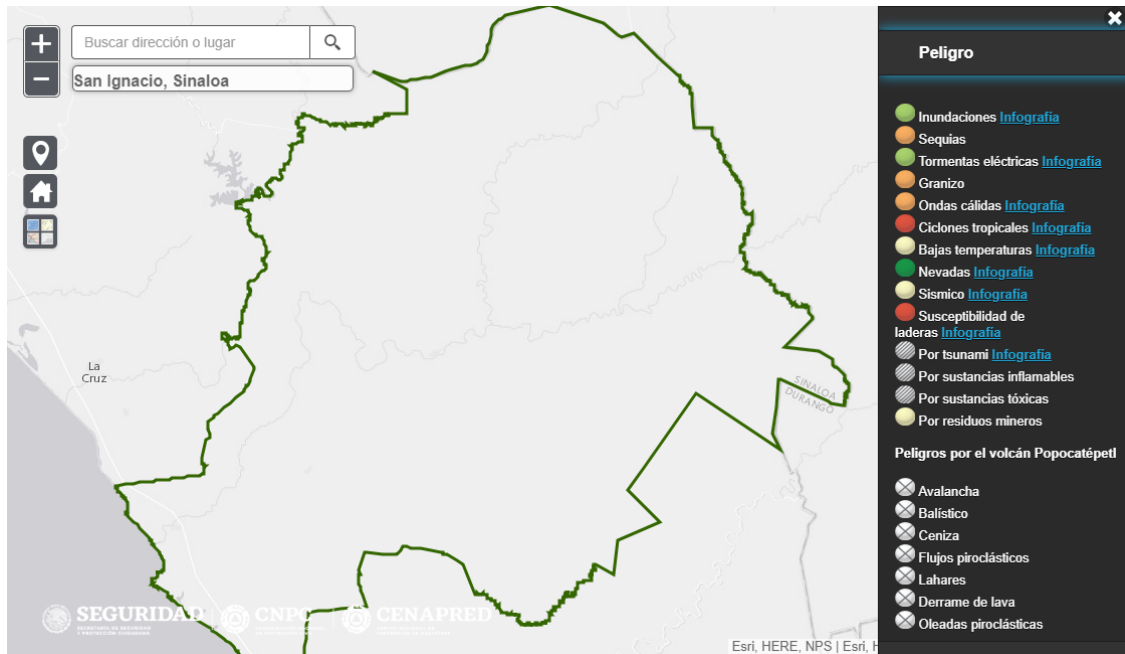


Figura IV.8.- Índice de peligrosidad municipal por inundación en el municipio de Mazatlán (CENAPRED).

El grado de inclinación en la pendiente de los lomeríos influye en que el escurrimiento de aguas pluviales y fluviales sea continuo, aunque, por ser un terreno en la parte más baja del SA, dentro del proyecto, en una parte se presenta un terreno inundable.

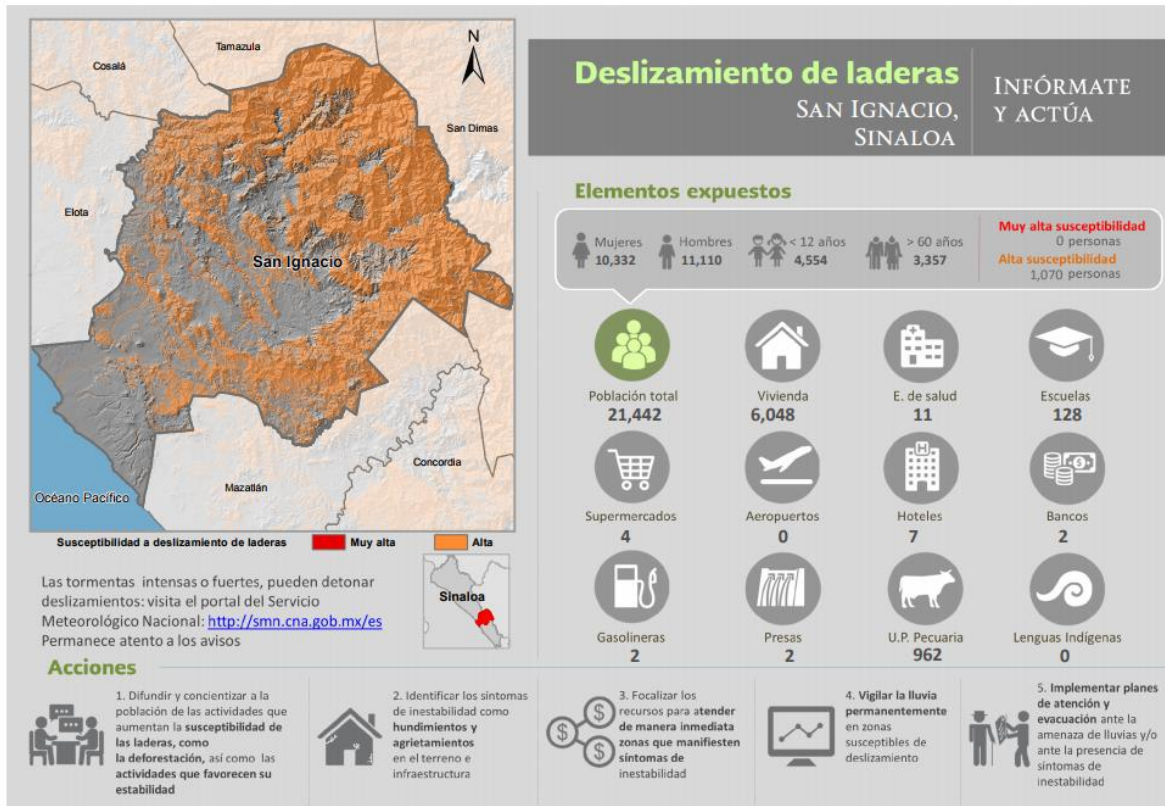
Actividad volcánica

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED en relación con la actividad volcánica del estado de Sinaloa y particularmente con el SA que se ha manejado a lo largo del documento, se define a esta última como una zona de actividad volcánica nula.

Sismicidad

La regionalización sísmica de CENAPRED (mayo 2014) indica que el peligro de sismo en el área donde se localiza es bajo, reportando un factor de sismo de .14, está clasificado como zona B y reporta sismos de menor frecuencia con una aceleración del terreno <70% de gravedad, lo que reduce el riesgo de posibilidad de derrumbes o deslizamiento, así como la activación de fallas y fracturas identificadas en el SA.

Derrumbes y deslizamientos



Mapa del municipio de San Ignacio, donde muestra la susceptibilidad al deslizamiento de laderas

El relieve dominante donde se localiza el SA es lomeríos con pendientes de 13.9323% y predominando una pendiente media, estos se caracterizan por ser ambientes de pie de la sierra en su mayoría.

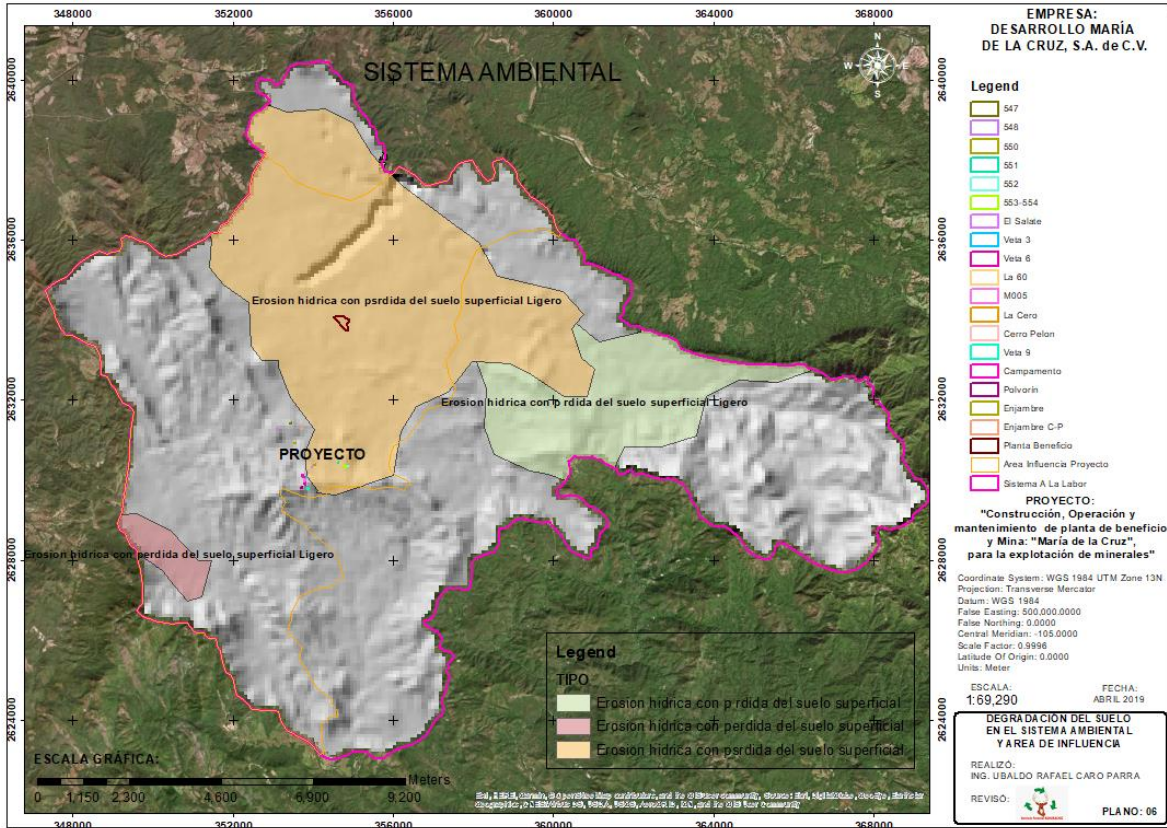
De acuerdo con las condiciones dominantes del SA no se perciben riesgos altos y latentes de que se presente este tipo de eventos, salvo en aquellas zonas puntuales en las que se tengan pendiente elevadas, sin embargo, dado que los deslizamientos, en muchos de los casos, tienen como causa elevadas precipitaciones, sismos y otros eventos naturales que no se presentan periódicamente, la posibilidad se reduce aún más.

El SA presenta un nivel de degradación; ligero. (Figura IV.9)

Son valores en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos.

Grado ligero; es como resultado de las actividades agrícolas y sobrepastoreo, presenta, degradación hídrica con pérdida del suelo superficial y reducción del contenido de materia orgánica. Estos terrenos son aptos para sistemas forestales,

precuarios y agrícolas locales por presentar una marcada reducción en su productividad.



Sistema Nacional de información sobre la biodiversidad, mapa ilustrativo de Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250,000. CONABIO.

Figura IV.9.- Nivel de degradación del suelo en el SA.

IV.2.2.1.4.- Geomorfología.

El SA se localiza en la provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental, delimitada por una franja de orientación NW-SE, paralela y colindante con la provincia fisiográfica Llanura Costera del Pacífico ubicada al oeste. La altura de sus relieves varía de los 100 hasta los 2780 msnm. Esta provincia se conforma por sierras altas y bajas, asociadas con valles y cañones, que reflejan un ciclo geomorfológico juvenil. Así, elementos fisiográficos más específicos, permiten la definición de cuatro subprovincias enmarcadas dentro de la Provincia Sierra Madre Occidental. En la Subprovincia Pie de la Sierra, su delimitación forma un cinturón alineado NW-SE, atravesando longitudinalmente la entidad de Sinaloa. Se caracteriza por topoformas serranas con lomeríos y valles asociados dominando en el extremo noroeste y porción media de esta subprovincia; mientras en el extremo sureste es patente la presencia de lomeríos y valles sobre las topoformas de sierras. Esta subprovincia expone rasgos fisiográficos que denotan una transición entre topoformas de alto

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

relieve y aquellas que se encuentran hacia la costa, que son parte de un ciclo geomorfológico relativamente maduro y la Subprovincia Mesetas y Cañadas del Sur, que comprende las topoformas de sierras con relieve escarpado, cañones ásperos y prolongados, rigen el panorama de esta subprovincia, cuya localidad representativa se sitúa en el extremo sureste de Sinaloa. (figura IV.9).

La distribución de las sierras está controlada por el sistema de fallas normales que han afectado la región donde se localiza el Área de Influencia y el SA, así también montañas complejas originadas por movimientos tectónicos que generaron plegamientos, intrusiones y fallamiento, estas están estructuradas por rocas ígneas extrusivas, volcanoclásticas y están separadas por depresiones que han sido rellenadas por material aluvial que al erosionarse forman una serie de lomeríos al pie de monte de las sierras, el relieve es modelado por distintos procesos tanto exógenos como endógenos, el principal proceso exógeno que se identifica es la erosión, tanto hídrica laminar (pluvial) como la disección vertical (fluvial), estos van modelando las laderas, erosionándolas, los sedimentos son transportados y depositados en las llanuras y valles.

A nivel del Área de Influencia y del Sistema Ambiente de análisis se ubica la siguiente superficie por subprovincia:

Tabla IV.7.- Subprovincias fisiográficas en el Área de Influencia y en el SA.

Provincia	Subprovincia	Área ha	Porcentaje %
Sierra Madre Occidental	Pie de la Sierra	13,876.91	79.01
	Mesetas y Cañadas del Sur	3687.22	20.99

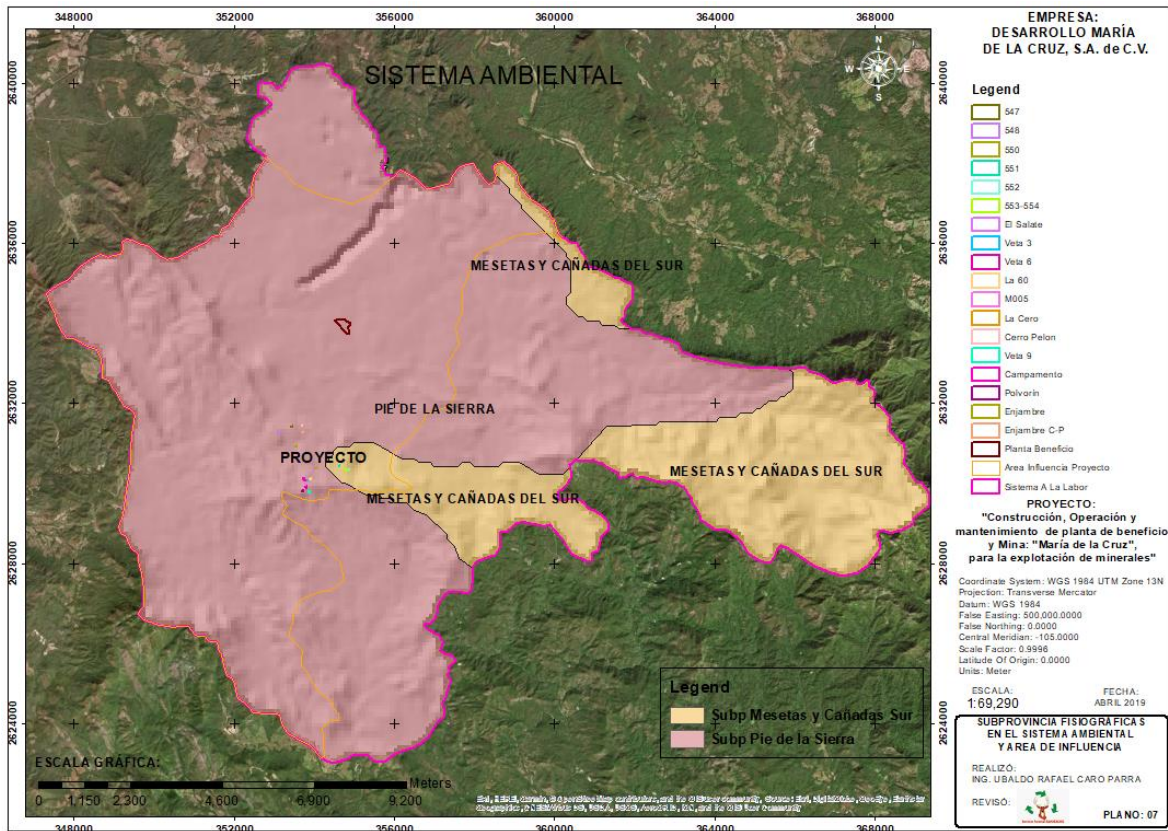


Figura IV.9.- Subprovincia fisiográfica del Área de Influencia y del SA.
Mapa Digital 6.0 INEGI y utilizando ARCGIS 10.3

El relieve o toposformas dentro del Área de Influencia y del Sistema Ambiental, es característico en su mayoría por Sierra Baja con Lomerío, donde la pendiente es media a alta, de manera específica las toposformas presentes en el Área de Influencia y del Sistema Ambiental se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV.8.- Sistema Topoformas en el Área de Influencia y en el SA.

Topoforma	Descripción	Área ha	Porcentaje %
Lomerío	Lomerío con Valles	2,432.59	13.85
Sierra	Sierra Baja con Lomerío	11,444.32	65.16
	Sierra Alta con Cañadas	3,687.22	20.99

SistemadeTopoformas_Clip

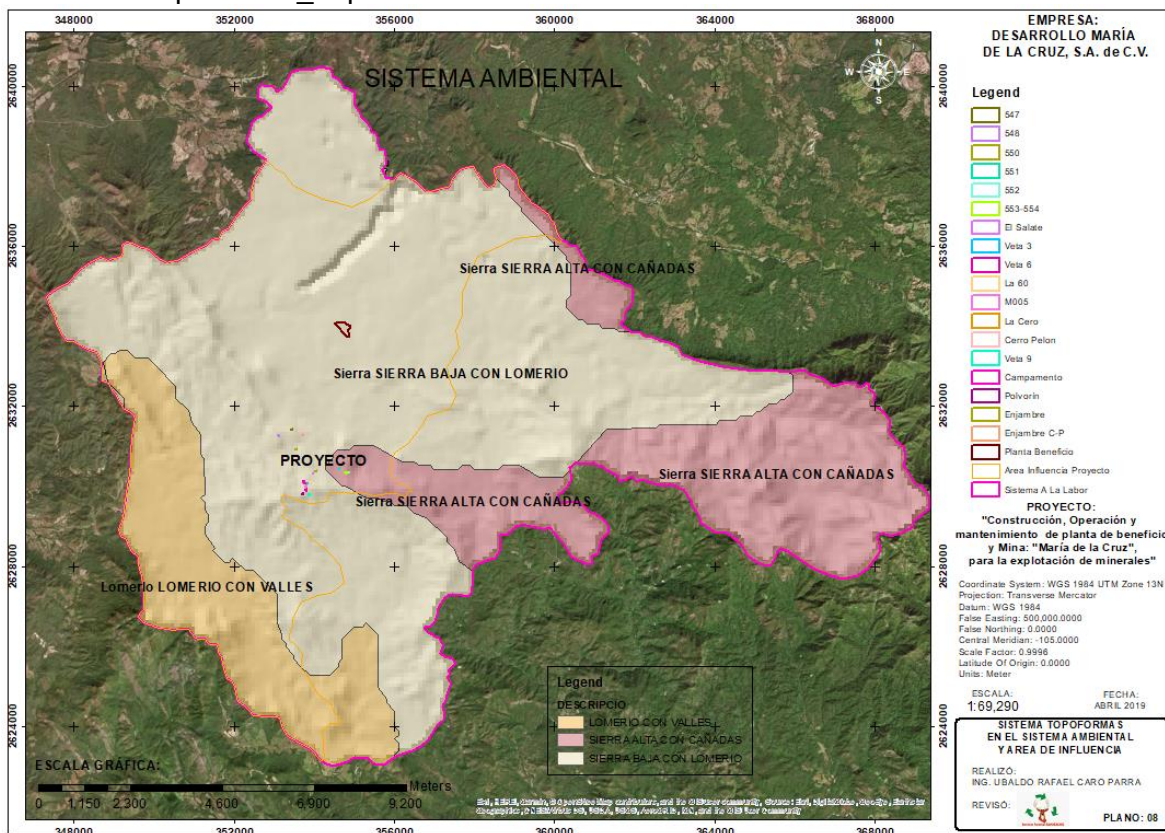


Figura IV.10.- Sistema Topoformas en el Sistema Ambiental.

Conjunto de datos vectoriales de la carta fisiografía-sistema de topoformas: escala 1:1,000 000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
y utilizando ARCGIS 10.3

Pendiente del Sistema Ambiental:

Para la calificación de la pendiente del terreno, se reagrupó la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital dentro de nueve rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, dando lo siguiente:

Con los datos del campo Pendiente% (Rango de pendientes) y Count (número de ocurrencias), se realiza la tabla siguiente se calcula la pendiente media.

Tabla IV.9.- Pendiente del terreno en el Sistema Ambiental.

Pendiente %	Promedio pendiente	Count (N° Ocurrencias)	Promedio *Count	Porcentaje %
0.010843-7.51473	3.76279	6553	24657.53993	1,022.26
7.51473-16.17306	11.84390	5991	70956.77495	2,941.74
16.17306-25.4086	20.7908	3827	79566.50641	3,298.69

Pendiente %	Promedio pendiente	Count (N° Ocurrencias)	Promedio *Count	Porcentaje %
25.4086-36.644	31.0263	2777	86160.0351	3,572.04
36.644-44.4569	40.55045	1763	71490.44335	2,963.87
44.4569-56.5786	50.51775	968	48901.182	2,027.36
56.5786-76.204	66.3913	354	23502.5202	974.37
76.204-107.374	91.789	87	7985.643	331.07
107.374-147.2025	127.2883	82	10437.6365	432.73
TOTAL		22402	423,658.2	100.00
Pendiente media (%)			18.9116	

La orientación de la elevación en el SA está dirigida con lomeríos del oeste hacia el este y en la región norte la pendiente esta dirigida hacia el sur. Pero en su mayoría presenta una orientación Suroeste.

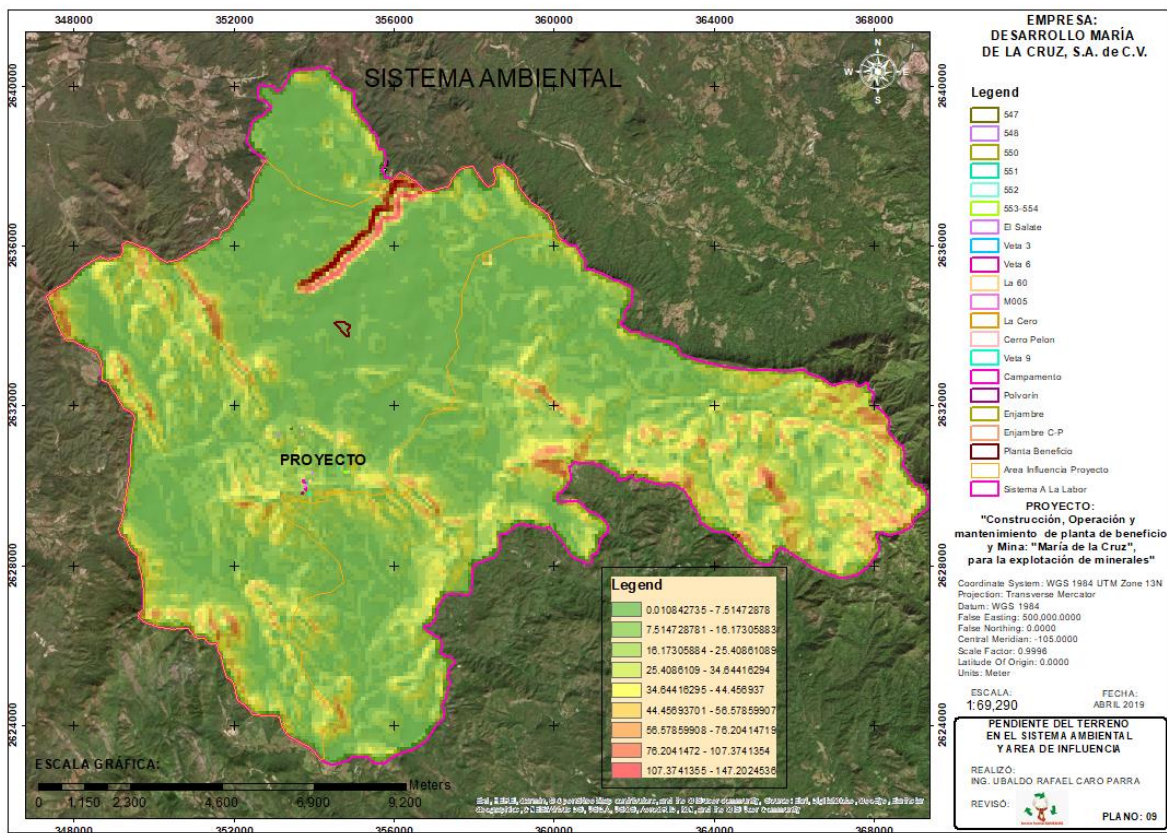


Figura IV.11.- Pendientes del Sistema Ambiental. Utilizando el ArcMap 10.3. con las curvas de nivel del DEM de la República Mexicana, editado por el INEGI. 2001.

Pendiente promedio Area de Influencia.

Con los datos del campo Pendiente% (Rango de pendientes) y Count (número de ocurrencias), se realiza la tabla siguiente se calcula la pendiente media.

Tabla IV.10.- Cálculo pendiente media del Área de Influencia.

Pendiente %	Promedio pendiente	Count (N° Ocurrencias)	Promedio *Count	Porcentaje %
0.010843-7.51473	3.76279	3898	14667.34178	8.01
7.51473-16.17306	11.84390	2982	35318.49489	19.29
16.17306-25.4086	20.7908	1592	33099.00136	18.08
25.4086-36.644	31.0263	1037	32174.2731	17.57
36.644-44.4569	40.55045	630	25546.7835	13.95
44.4569-56.5786	50.51775	338	17074.9995	9.33
56.5786-76.204	66.3913	130	8630.869	4.71
76.204-107.374	91.789	67	6149.863	3.36
107.374-147.2025	127.2883	82	10437.6365	5.70
TOTAL		10756	183,099.26	100.00
Pendiente media (%)			17.023	

Y también, se presenta el mapa de orientaciones del terreno del Sistema Ambiental.

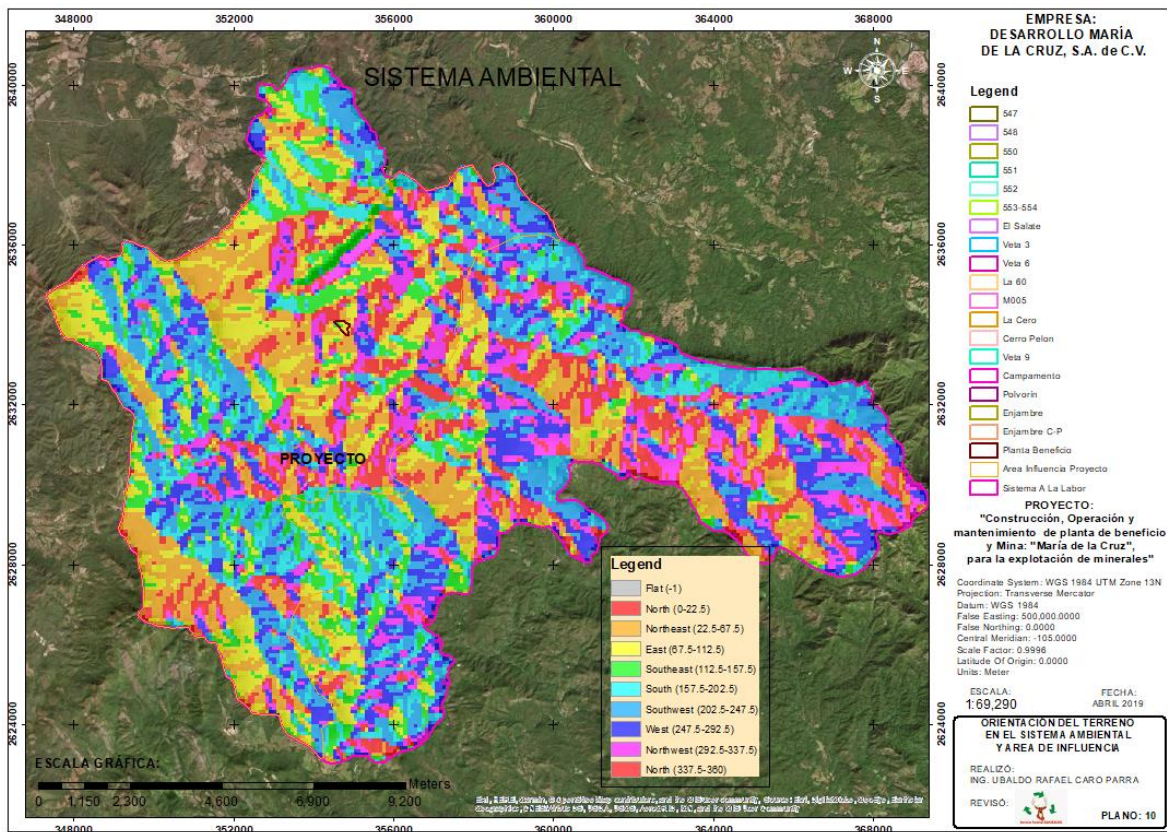


Figura IV.12.- Orientación del Sistema Ambiental. Utilizando el ArcMap 10.3. con las curvas de nivel del DEM de la República Mexicana, editado por el INEGI. 2001.

Para determinar la pendiente media del Área del Proyecto, mediante el ARCMAP, con la herramienta de extracción por máscara, se obtuvo un valor medio de la pendiente de 18.84%, mediante los siguientes valores en dicha área.

Tabla IV.12.- Cálculo pendiente media del Area del Proyecto.

Pendiente %	Promedio pendiente	Count (N° Ocurrencias)	Promedio*Count
0.010843-7.51473	3.76279	4	15.051
7.51473-16.17306	11.84390	29	343.473
16.17306-25.4086	20.7908	19	395.026
25.4086-36.644	31.0263	15	465.395
36.644-44.4569	40.55045	2	81.101
44.4569-56.5786	50.51775	0	0.000
56.5786-76.204	66.3913	0	0.000
76.204-107.374	91.789	0	0.000
107.374-147.2025	127.2883	0	0.000
TOTALES		69	1300
Pendiente media (%)			18.8412

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

Así como, la orientación del terreno del sistema ambiental.

Tabla IV.13.- Cuadro de Orientación media del terreno del Sistema Ambiental.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Area (ha)	Porcentaje (%)
1	Zenital	0	0	0.00
2	North	1439	1128.2375	6.42
3	Northeast	3613	2832.74641	16.13
4	East	2834	2221.97712	12.65
5	Southeast	1933	1515.55461	8.63
6	South	2223	1742.927	9.92
7	Southwest	3737	2929.96771	16.68
8	West	2901	2274.50798	12.95
9	Northwest	2465	1932.66535	11.00
10	North	1257	985.541721	5.61
TOTALES		22402	17,564.13	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3. la variación se área se debe al efecto de esquina que presenta.

El cuadron anterior, nos indica que la distribución de la orientación del sistema ambiental y un mayor porcentaje con 19.39%, que corresponde a la exposición SurOeste.

Tabla IV.14.- Cuadro de Orientación media del terreno del Area de Influencia.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Area (ha)	Porcentaje (%)
1	Zenital	0	0.00	0.00
2	North	679	534.42	6.31
3	Northeast	2029	1596.96	18.86
4	East	1714	1349.03	15.93
5	Southeast	1093	860.27	10.16
6	South	945	743.78	8.78
7	Southwest	1567	1233.34	14.56
8	West	1174	924.02	10.91
9	Northwest	1010	794.94	9.39
10	North	548	431.31	5.09
TOTALES		10759	8,468.07	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3. la variación se área se debe al efecto de esquina que presenta.

En el cuadro anterior se expone que la exposición Noreste es la que tiene el mayor porcentaje con 18.86%, seguida de la Este con 15.93%.

Tabla IV.15.- Cuadro de Orientación media del terreno del Predio.

ID	Exposición	Count (N° Ocurrencias)	Area (ha)	Porcentaje (%)
1	Zenital	0	0.0000	0.00
2	North	8	0.1459	11.43
3	Northeast	7	0.1277	10.00
4	East	9	0.1641	12.86
5	Southeast	5	0.0912	7.14
6	South	7	0.1277	10.00
7	Southwest	14	0.2553	20.00
8	West	12	0.2188	17.14
9	Northwest	8	0.1459	11.43
10	North	0	0.0000	0.00
TOTALES		70	1.2765	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3. la variación se área se debe al efecto de esquina que presenta.

Dominando dentro del proyecto las orientaciones Suroeste con un 20.00% de total de la superficie de cambio de uso del suelo.

IV.2.2.1.5. Hidrología de análisis

El SA donde se localiza el proyecto, se ubica en las subcuencas Río de Piaxta y Río Quelite, que forman parte de la cuenca hidrográfica Río Piaxtla- R. Elota – R. Quelite, el SA está estructurado por escurrimientos torrenciales intermitentes provenientes de las partes más altas, mismos que fluyen a través de las laderas y valles, las subcuencas se ven influenciadas del mar en el territorio.

IV.2.2.1.6. Hidrología superficial

El patrón de drenaje del SA es dendrítico, esto en función de la diversidad de rocas que afloran, presenta dos corrientes principales Arroyo El Sabinal y el Tamborillo, que se trata de la corriente perennes (Fuente: Información Básica del Mapa Digital, editado por el INEGI), que fluyen hacia la parte más baja y que lo alimentan corrientes intermitentes Sin nombre. Las corrientes intermitentes adoptan por la morfología del relieve un tipo de drenaje denominado dendrítico, controlado de manera general por la estructura del subsuelo.

Por otra parte, el proyecto se localiza en parte media de las Subcuencas R. de Piaxtla y R. Quelite, que corresponde a sistemas de pie de monte y Mesetas, con una energía del relieve media, se observa una integración de la red de drenaje con órdenes bajos, esto es corrientes de primer, segundo, tercer y cuarto orden, como se presenta en la figura.

Las redes de drenaje pueden ser modeladas o representadas como árboles, los cuales están conformados por un conjunto de nodos conectados uno a otros por segmentos de recta o de manera cada nodo tiene solo una ruta hacia la salida. Los nodos que se conectan a un solo segmento son llamados fuentes y los que conectan a más de uno son llamados uniones. Además, los segmentos que se conectan a una fuente y a una unión se les denomina tramos exteriores o externos y a aquellos que se conectan a dos uniones se les denomina tramos interiores o internos.

Se considera que la Cuenca o el Sistema Ambiental para el caso, tiene una única salida o punto de desagüe. Los puntos en los que se unen dos segmentos de canal son los nudos internos; Los nudos externos son aquellos a partir de los cuales se origina un segmento de canal (es decir, la cabecera de todos los tributarios de la Cuenca o Sistema Ambiental);

Según Strahler una corriente puede tener uno o más segmentos. Un canal es una unión arbitraria de segmentos. Strahler ordena las corrientes de acuerdo con los siguientes criterios:

- 1.- Los segmentos que se originan en un nudo externo son definidos como tramos de primer orden. Los segmentos que están unidos a una fuente (los que no tienen tributarios), son definidos como de primer orden.
- 2.- Cuando dos segmentos del mismo orden, i, se unen en un nudo interior dan lugar a un segmento de orden superior, 2 aguas abajo. Cuando se unen dos corrientes de orden 2 crean una corriente de orden 3.

3.- Cuando se unen dos tramos de distinto orden en un nudo interior dan lugar a un tramo que conserva el mayor de los órdenes. Cuando se unen dos tramos de distinto orden el orden del segmento resultante es el máximo orden de los segmentos que la preceden. Cuando a una corriente se le une otra de menor orden, la primera continúa y conserva su número de orden.

4.- El orden de la Cuenca o Sistema Ambiental, ω , es el de la corriente de mayor orden.

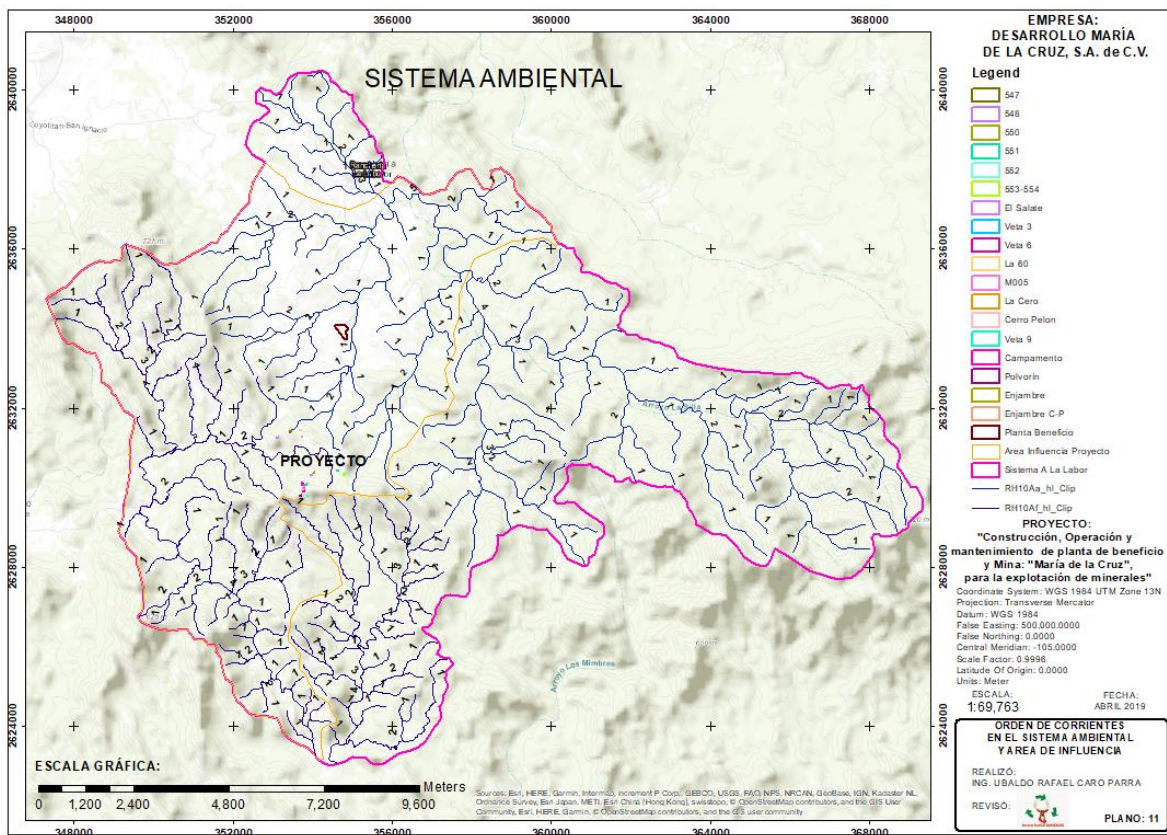


Figura IV.13.- Orden de las Corrientes presentes en el Sistema Ambiental y del Área de Influencia. Utilizando para su determinación el ArcMap 10.3.

Tabla IV.13.- Orden de corrientes.

Orden	Longitud (m)	Porcentaje (%)
Primer	251,809	67.25
Segundo	62,849	16.79
Tercer	33,181	8.86
Cuarto	26,594	7.10
TOTAL	374,433	100.00

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

Dominando con un 67.25% las corrientes de primer orden, seguida las de segundo orden, con una longitud del Sistema Ambiental de 80,520 m.

Cauce principal del Sistema Ambiental y del Área de influencia.

Se determinó que presenta un cauce principal en el Sistema Ambiental, como se muestra en la figura.



Figura IV.14.- Cauce Principal presente en el Sistema Ambiental y del Área de Influencia. Utilizando para su determinación el ArcMap 10.3.

Se determinaron los parámetros geomorfológicos del Sistema Ambiental quedando como se presentan en la tabla siguiente:

Tabla IV.14.- Parámetros geomorfológicos del Sistema Ambiental.

Parámetro	Valor	Unidad de Medida
Area del SA (A)	175.64125	km ²
Perímetro del SA (P)	80520	km
Longitud del SA (L)	22.441	km
Longitud del Cauce Principal (L _p)	26.987	km
Cota Inicial Cauce Principal	1360	m.s.n.m.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARÍA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

Parámetro	Valor	Unidad de Medida
Cota Final Cauce Principal	856	m.s.n.m.
Longitud Total de Cauces L_t	374.433	km
Ancho de Cuenca (w): $W = A/L$	13.82	km
Factor de forma del Sistema Ambiental (F)	0.35	
$F = A/L^2$		
Relación de elongación R:		
$R = 1.128 (\sqrt{A/L})$	0.67	
Relación de circularidad (Rc):		
$Rc = 4 A \pi / p^2$	0.34	
Índice de Compacidad o Índice de Graveolious (Kc):		
$Kc = 0.28 (P/(\sqrt{A}))$	1.70	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Tabla IV.15.- Parámetros de la Red Hidrográfica

Parámetro	Índice	Forma
Densidad de drenaje (D_d)=	0.47	Baja
L_t : Longitud total de Cauces		
A: Area de la cuenca		
$D_d = A/L_t$		
Constantes de estabilidad del Río (C):	2.13	
$C = L_t/A$		
Densidad de corrientes (D_c) o Densidad hidrográfica (D_h):	0.15	
δ : Coeficiente adimensional = 0.694		
$D_h = \delta D_d^2$		

Tabla IV.16.- Tiempo de concentración del Cauce principal

Parámetro	Tiempo horas
Tiempo de concentración (T_c):	1.745
$T_c = 0.066 (L/J^{0.5})^{0.77}$	
L = Longitud del Cauce Principal	
J = Pendiente promedio del Cauce Principal	

Para obtener los indicadores, se utilizó los datos hidrológicos de la subcuenca R. de Piaxtla y R. Quelite del INEGI.

Para tener un mejor conocimiento y poder identificar los impactos del cambio de uso del suelo en terrenos forestales sobre el Área de Influencia y del Sistema Ambiental es necesario determinar algunos parámetros físicos de la microcuenca que compone el Sistema Ambiental de análisis, en base a lo siguiente:

Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius: es la relación entre el perímetro del Sistema Ambiental y el de una circunferencia; los resultados estarán basados en la clasificación de Campos (1992 en Viramontes et. Al. 2008²). La fórmula está dada por:

$$Kc = 0.28 \frac{(P)}{\sqrt{A}}$$

Donde:

Kc = Coeficiente de compacidad

A = Área de la cuenca (km²)

P= Perímetro de la cuenca (km)

Para tener un mejor conocimiento y poder identificar los impactos del cambio de uso del suelo en terrenos forestales sobre el Área de Influencia y del Sistema Ambiental es necesario determinar algunos parámetros físicos de las microcuencas que componen el Sistema Ambiental de análisis, en base a lo siguiente:

Coeficiente de compacidad o Índice de Gravelius: es la relación entre el perímetro del Sistema Ambiental y el de una circunferencia; los resultados estarán basados en la clasificación de Campos (1992 en Viramontes et. Al. 2008³). La fórmula está dada por:

$$Kc = 0.28 \frac{(P)}{\sqrt{A}}$$

Donde:

Kc = Coeficiente de compacidad

A = Área de la cuenca (km²)

P= Perímetro de la cuenca (km)

Tabla IV.17.- Formas de las cuencas

Clase forma	Índice de compacidad (Cc)	Forma de la cuenca
Clase I	1.00 – 1.25	Casi redonda a oval-redonda
Clase II	1.26 – 1.50	Oval-redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 > 2.00	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

² Viramontes. Et. Al. 2008. Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua, artículo científico, revista tecnociencia Chihuahua.

³ Viramontes. Et. Al. 2008. Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua, artículo científico, revista tecnociencia Chihuahua.

De la microcuenca que compone el Sistema Ambiental, presenta una forma Oval-oglonga a rectangular oblonga, esta es la que presenta un comportamiento de las avenidas más lento, esto es complementado con el tiempo de concentración en donde este es menor cuando la forma de la cuenca es más circular, las cuencas ensanchadas poseen mayor susceptibilidad a genera crecidas, debido a que el tiempo de recorrido del agua a través de la cuenca es mucho más corto que en cuencas alargadas.

Pendiente media del cauce principal.

Con este parámetro se obtiene la pendiente media del río y su potencial para erosionar. Se expresa con la letra i , y se calcula con la fórmula siguiente:

$$i = \frac{H_{mx} - H_{min}}{L_c} * 100$$

Donde:

i = pendiente media del cauce principal (%)
 H_{max} = altura máxima del afluente principal
 H_{min} = altura mínima del afluente principal
 L_c = Longitud del cauce

Dependiendo de la media del cauce principal, la cuenca se clasifica según el propuesto por Saavedra.

Tabla IV.18.- Tipo de terreno de acuerdo a la pendiente.

Pendiente (%)	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Ladera
15	Accidentado
25	Fuertemente accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

El tipo de terreno de acuerdo a la pendiente es **Llano**.

Densidad de drenaje.

Densidad de drenaje es la relación entre la longitud total de los cauces de agua pertenecientes a una red y el área total de la microcuenca. Definida para una cuenca

como la longitud media de curso por unidad de superficie, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$D_d = A/L_t = D = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

D_d = densidad de drenaje

$\sum L$ = suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km)

A = superficie de la cuenca (km²)

Tabla IV.19.- Niveles de densidad de drenaje.

Densidad de drenaje (km/km ²)	Categoría
< 1	Baja
1 - 2	Moderada
2 - 3	Alta
>3	Muy alta

En el Sistema Ambiental presenta un nivel de densidad de drenaje baja (Densidad 0.47).

Constante de estabilidad del río.

La constante de estabilidad de un río, propuesta por Schum (1995) como el valor inverso de la densidad de drenaje:

$$C = L_t/A$$

Representa, físicamente, la superficie del Sistema Ambiental necesaria para mantener condiciones hidrológicas estables en una unidad de longitud de canal. Puede considerarse, por tanto, como una medida de erosión del Sistema Ambiental. Así, regiones con suelo rocoso muy resistente, o con suelos altamente permeables que implican una elevada capacidad de infiltración, o regiones con densa cobertura vegetal, tiene valores altos de constante de estabilidad y bajos de densidad de drenaje. Por el contrario, una baja constante de estabilidad, o una elevada densidad de drenaje, es característica de cuencas con rocas débiles, escasa o nula vegetación y baja capacidad infiltración del suelo.

Densidad hidrográfica.

Se define como el cociente entre el número de segmentos de canal del Sistema Ambiental y la superficie de la misma:

$$D_h = \alpha D_d^2$$

α : Coeficiente adimensional = 0.097

Donde D es la suma de todos los segmentos (Densidad de drenaje) de canal que forma la red hidrográfica del Sistema Ambiental (para el caso), entendiendo como tales a todo tramo de canal que no sufre aporte alguna de otro canal. Aunque la densidad hidrográfica y la densidad de drenaje miden propiedades distintas, Melto (1958) propuso una relación, que ha resultado muy acertada, que viene siendo la fórmula arriba descrita.

Tiempo de concentración

También denominado tiempo de respuesta o de equilibrio, Llamas (1993) lo define como el tiempo requerido para que, durante una lluvia uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la Cuenca o Sistema Ambiental) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la Cuenca o SA más alejado. Además, debe tenerse claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; depende como indican Marco y Reyes (1992), de la intensidad de la lluvia, aunque muy ligeramente.

Por tener el concepto de tiempo de concentración una cierta base física, han sido numerosos los autores que han obtenido formulaciones del mismo, a partir de características morfológicas y geométricas de la Cuenca o Sistema Ambiental, para el cálculo del tiempo de concentración, T_c (en horas), se tomará la Fórmula de Californiana (del U.S.B.R.), según la expresión:

$$T_c = 0.066 (L/J^{0.5})^{0.77}$$

Es la expresión utilizada para el tiempo de concentración en el cálculo del hidrograma triangular del U.S. Bureau of Reclamation. Según la expresión anterior. Donde T_c es en horas, y L y J la longitud y la pendiente promedio del cauce principal de la Cuenca o Sistema Ambiental, en km y en m/m, respectivamente.



Figura IV.15.- Hidrología del SA

Mapa Digital 6.0 INEGI y utilizando ARCGIS 10.3

Curva Hipsométrica de la Cuenca o SA.

La curva hipsométrica sugerida por Langbein et al. (1947), proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la Cuenca o SA, que representa gráficamente la distribución de la Cuenca o SA vertiente por tramos de altura. Dicha curva presenta, en las abscisas, las distintas cotas de altura de la Cuenca o SA, y en las ordenadas la superficie de la Cuenca o SA, que se halla por encima de dichas cotas, bien en km² o en tanto por ciento de la superficie total de la Cuenca o SA.

Tabla IV.20.- Cuadro de áreas entre Curvas de Nivel.

Nº Orden	Cota Min	Cota Max	Promedio	Area Parcial (km ²)	Area acumulada (km ²)	Area que queda sobre la Sup.	Porcentaje de Area entre C.N.	Porcentaje de Area sobre C.N.
1	0	65.3	32.65	0.541	0.541	175.6492	0.31%	6.74%
2	68.2	135.7	101.95	0.353	0.894	175.1082	0.20%	6.72%
3	135.7	203.4	169.55	2.535	3.428	174.7554	1.44%	6.71%

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

N° Orden	Cota Min	Cota Max	Promedio	Area Parcial (km ²)	Area acumulada (km ²)	Area que queda sobre la Sup.	Porcentaje de Area entre C.N.	Porcentaje de Area sobre C.N.
4	203.4	270.3	236.85	30.765	34.194	172.2208	17.52%	6.61%
5	270.3	339.1	304.7	59.696	93.890	141.4553	33.99%	5.43%
6	339.1	406.6	372.85	32.130	126.020	81.7590	18.29%	3.14%
7	406.7	474.5	440.6	16.378	142.398	49.6293	9.32%	1.91%
8	474.5	542.2	508.35	10.020	152.418	33.2509	5.70%	1.28%
9	542.2	609.9	576.05	6.225	158.643	23.2309	3.54%	0.89%
10	609.9	677.6	643.75	3.850	162.493	17.0057	2.19%	0.65%
11	677.6	745.2	711.4	2.987	165.480	13.1561	1.70%	0.51%
12	745.2	813.1	779.15	3.144	168.624	10.1689	1.79%	0.39%
13	813.1	880.5	846.8	2.634	171.259	7.0249	1.50%	0.27%
14	880.5	948.3	914.4	1.905	173.164	4.3906	1.08%	0.17%
15	948.3	1015.8	982.05	1.160	174.324	2.4854	0.66%	0.10%
16	1015.8	1083.2	1049.5	0.510	174.834	1.3250	0.29%	0.05%
17	1083.2	1149.2	1116.2	0.408	175.241	0.8154	0.23%	0.03%
18	1149.2	1210.2	1179.7	0.259	175.500	0.4077	0.15%	0.02%
19	1210.2	1286.4	1248.3	0.118	175.618	0.1490	0.07%	0.01%
20	1286.4	1354.9	1320.65	0.031	175.649	0.0314	0.02%	0.00%
				175.649	2604.613	1084.613		

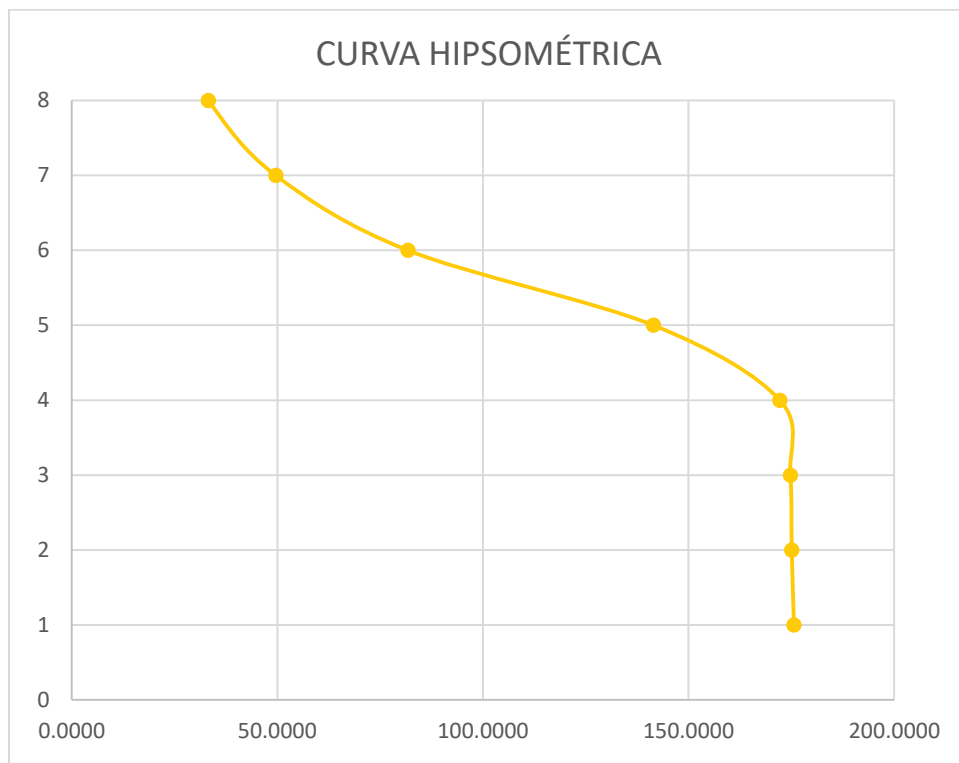


Figura IV.15.- Curva Hipsométrica

Relación Hipsométrica

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
 PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA
 EXPLOTACION DE MINERALES".

Expresada en la fórmula siguiente:

$$R_h = S_s / S_1$$

Según Strahler (Llamas, 1993), la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la Cuenca o SA. Así, cuando $R_h = 1$ se trata de una Cuenca o SA en equilibrio morfológico.

Tabla IV.21.- Relación hipsométrica.

Concepto	Índice
Relación hipsométrica (R_h):	0.4
$R_h = S_s / S_1$	
S_s = Area sobre la curva hipsométrica	
S_1 = Area bajo la curva hipsométrica	

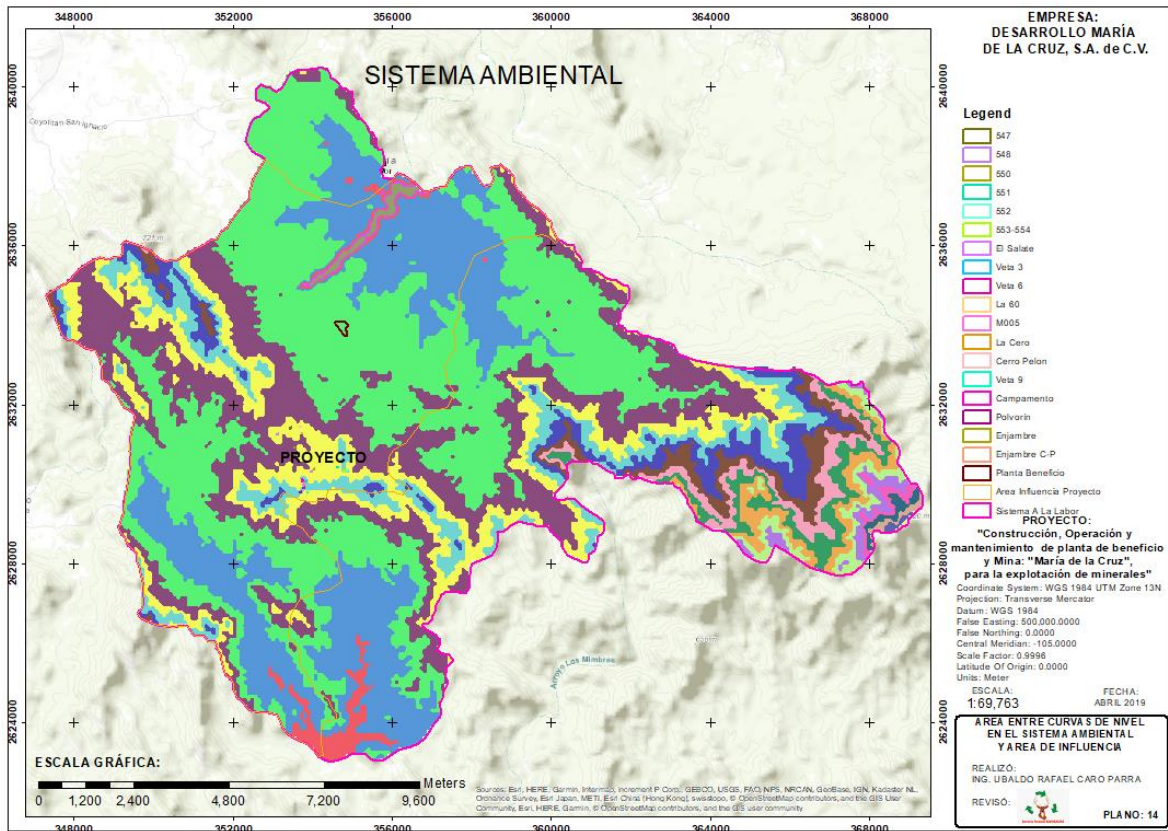


Figura IV.16.- Área entre Curvas de Nivel

Utilizando el Modelo de Elevación Digital del Sistema Ambiental, procesado en ARCGIS 10.3

Según el Índice obtenido de 0.4 la relación se encuentra casi a la mitad del equilibrio morfológico.

Por otra parte, el proyecto se localiza en la parte media del Sistema Ambiental, que corresponde al sistema de topoformas de Meseta, en donde se observa una integración de la red de drenaje con órdenes Bajos hasta Medios, esto es corrientes de primer, hasta el cuarto orden. Estas zonas no se consideran como aptas para el almacenamiento hídrico.

En cuanto al tipo de cauce tenemos perennes e intermitentes, con más de 265.789 km de longitud, predominando los cuaces de tipo intermitente o temporales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.22.- Longitud por tipo de cauce.

Tipo de cauce	Longitud (km)	Porcentaje (%)
Intermitente	374.433	100.00
Perennes	0.0	0.0
Total	374.433	100.00

Se identifican escurrimientos intermitentes y efímeros de primer hasta el cuarto orden. Son cursos de agua con cauce con caudal no es permanente, ya que solo se mantiene durante las horas que duran las precipitaciones (junio-septiembre para el SA).

IV.2.2.1.7. Hidrología subterránea

De acuerdo con La Ley de Aguas Nacionales (2013) se define que el acuífero es: cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. Se considera al río de Piaxtla y R. Quelite, como un acuífero libre de veda, que se localiza en una cuenca hidrográfica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo proviene de la Sierra Madre Occidental la cual se considera la zona de recarga hacia el Golfo de California.

Los materiales cuaternarios y recientes de las cuencas del Río Piaxtla y Río Quelite, constituyen lomeríos y mesetas que se extienden con una dirección NO-SE con una inclinación hacia el la Sierra Madre. La recarga natural del acuífero lo constituyen la recarga vertical por infiltración de la lluvia. La disponibilidad de agua subterránea está en función de la realización de un balance de la misma, donde se define la recarga que tiene el acuífero (CONAGUA, 2009).

Dentro del Sistema Ambiental se encuentra sólo un tipo de unidad geohidrológica. Material consolidado con posibilidades bajas.

El acuífero Río Piaxtla, clave 2507, es un acuífero costero que se localiza en la porción sur del Estado de Sinaloa, cubriendo una superficie de 7,085.186 kilómetros cuadrados y comprende parcialmente los municipios de San Ignacio, Elota y Mazatlán en el Estado de Sinaloa, y los municipios de San Dimas, Canatlán, Durango y Tamazula en el Estado de Durango.

El acuífero Río Piaxtla, clave 2507, se ubica en la zona de transición entre dos provincias fisiográficas. En la porción noreste la Provincia Sierra Madre Occidental dentro de las subprovincias Altas Mesetas Riolíticas y Sierras Sepultadas; y en la porción oeste la Provincia Llanura Costera del Pacífico, que a su vez se subdivide en la Subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, donde se localiza el valle agrícola del acuífero Río Piaxtla.

Tabla IV.16.- Datos disponibles del acuífero río Piaxtla

Acuífero (2507) río Piaxtla	
Tipo de acuífero	Abierto
Permeabilidad	Media-Alta
Fuente de recarga	Infiltración de precipitación
Disponibilidad	
Recarga media anual	51.3 mm ³ /año
Descarga natural comprometida	2.0 mm ³ /año
Volumen concesionado y/o registrado REPDA	22.028705 mm ³ /año
Volumen de extracción de agua subterránea	19.1 mm ³ /año
Disponibilidad de aguas subterráneas	27.271295 mm ³ /año
Deficit de aguas subterráneas	0.0 mm ³ /año

Fuente: CONAGUA Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Piaxtla (2507) Estado de Sinaloa., Publicado en el Diario Oficial de la Federación 13/08/2007

Disponibilidad de agua subterránea = Recarga total media anual – Descarga natural comprometida – Volumen concesionado

Este resultado indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Río Piaxtla, clave 2507.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 49.3 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

IV.2.2.1.8. Balance hídrico

El concepto de balance en hidrología, hace referencia al equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado y para el cual existen una gran variedad de fórmulas aplicables a diferentes escenarios. El estudio del balance hídrico es complejo ya que las variables generalmente utilizadas para tal cálculo no son independientes unas de otras.

El ciclo hidrológico, es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua en la tierra, el cual se define como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y volver a la atmósfera: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y evaporación.

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, se debe a dos causas, la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

De acuerdo con **INE, SEMARNAT**, la evaluación de los recursos hídricos de un sistema requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

La ecuación de balance hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada. (Llorens, 2003⁴).

En general podemos afirmar que del agua que cae en un determinado sitio (precipitación = P), una parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación; otra parte escurre por la superficie, confluyendo a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero.

De acuerdo al estudio en “Estadísticas del Agua en México”, Edición 2010, publicado por la CONAGUA, del agua que precipita, se estima que el 73.2% se

⁴ Pilar Llorens, Institut de Ciències de la Terra 'Jaume Almera'. CSIC. Solé i Sabarís, s/n. 08028 Barcelona.

evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos, y el 4.7% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos.

La fórmula general que es utilizada para estimar el balance hídrico corresponde a lo siguiente:

Captación – Evapotranspiración = Escorrentía Superficial + Infiltración

Cálculo del balance hídrico

Para determinar la precipitación sobre el SA se tomó en cuenta los datos de precipitación de la estación San Ignacio. Donde cuenta con una superficie de 17,564.1254 ha.

$$V = P * A$$

P = Precipitación 0.7480 m.

A = El área en m² del SA es de 175,641,254 m².

V_m = Volumen precipitado en el SA = (148'529,165 m²) * (0.748 m)

V_m = 131,379,657.99 m³.

La precipitación anual en la zona es en m³, por lo que el balance general es el siguiente:

Tabla IV.17.- Balance hídrico del Área de Influencia, el SA y el predio.

Estimación de la precipitación en el Sistema Ambiental y área de C.U.S.					
Tipo de ecosistema	Superficie (m ²)	Precipitación ¹ (mm)	Precipitación (Lt x m ²)	Precipitación total anual (m ³)	%
Sistema ambiental	175,641,254	0.7480	0.7480 Lt/m ²	131,379,657.99	100.00
Área de Influencia	84,680,656	0.7480	0.7480 Lt/m ²	63,341,130.69	48.21
Predio del proyecto	12,765	0.7480	0.7480 Lt/m ²	9,548.2200	0.01

Fuente: Estacion Climatológica San Ignacio. CONAGUA. 2015.

La estimación anteriormente calculada obedece a la relación de lo que a continuación se presenta:

Captación – Evapotranspiración = Escorrentía Superficial + Infiltración

Intercepción de Agua en el Predio.

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que esta sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009). La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto de CUSTF se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

El coeficiente de intercepción de las selvas y bosques se calculó con base a los propuestos por Pritchett (1991) según se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla IV.18.- Factor de intercepción en Bosque o Selva

Cubierta	Factor de intercepción
Bosque o Selva	0.05

Para conocer el volumen de agua que se intercepta dentro del proyecto de CUSTF fue necesario conocer el agua que precipita dentro de cada tipo de cubierta y el agua que es captada según el porcentaje, además de datos ya conocidos como el área total.

La intercepción de la superficie de CUSTF se consideró con base a la cubierta presente, la vegetación, la densidad y el coeficiente de intercepción; es decir, la cantidad de agua que cada rodal puede captar en su cobertura vegetal, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.19.- Intercepción de la vegetación en el Predio.

Cubierta	Área (ha)	Agua precipitada (m ³)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m ³)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m ³)
548	0.0457	341.8360	60	205.10	0.05	10.2551
547	0.0593	443.5640	60	266.14	0.05	13.3069
Cerro pelón	0.0567	424.1160	60	254.47	0.05	12.7235
Enjambre C-P	0.0437	326.8760	60	196.13	0.05	9.8063
550	0.0563	421.1240	60	252.67	0.05	12.6337
551	0.0554	414.3920	60	248.64	0.05	12.4318
552	0.0504	376.9920	60	226.20	0.05	11.3098
553-554	0.0934	698.6320	60	419.18	0.05	20.9590
Veta 6	0.0735	549.7800	60	329.87	0.05	16.4934
Veta 9	0.0893	667.9640	60	400.78	0.05	20.0389
Polvorín	0.0388	290.2240	60	174.13	0.05	8.7067
M005	0.0683	510.8840	80	408.71	0.05	20.4354
LA CERO	0.0468	350.0640	80	280.05	0.05	14.0026
CAMPAMENTO	0.2589	1,936.5720	80	1,549.26	0.05	77.4629
VELTA 3	0.0693	518.3640	80	414.69	0.05	20.7346
LA 60	0.0726	543.0480	80	434.44	0.05	21.7219
EL SALATE	0.0509	380.7320	80	304.59	0.05	15.2293
ENJAMBRE	0.0473	353.8040	80	283.04	0.05	14.1522
TOTALES	1.2766	9,548.9680		6,648.07	0.05	332.4037

De acuerdo a lo anterior, la intercepción total de dentro del área de CUSTF es de **332.40 m³** lo que representa un **3.48%** del total de agua captada en la zona.

Evapotranspiración

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos.

Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo, se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007), para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente.

$$E = \frac{(P)}{\sqrt{1.5 + P^2/L^2}}$$

Donde:

E = Evapotranspiración real en mm

P = Precipitación anual en mm.

L = $300 + 25T + 0.05T^3$

T = Temperatura media anual en °C.

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura en grados Celsius para lo cual se utilizó la que se presenta en la norma climatológica de la estación San Ignacio, los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a 24.9°C.

Tabla IV.20.- Evapotranspiración en el Predio.

Evapotranspiración real (mm)	Área en ha	Evapotranspiración anual (m³)
514.286	1.2765	6,564.8621

De acuerdo a las estimaciones realizadas, la evapotranspiración es del orden de los **6,564.8621 m³**; el coeficiente de evapotranspiración, partiendo de que se tiene una precipitación estimada en 9,548.968 m³, nos arroja que el coeficiente es de 68.75%.

Escurrimiento medio

Es la relación del caudal que fluye sobre el terreno al caudal llovido, este se obtiene de acuerdo a los tipos de suelos, uso del suelo y pendiente.

$$Vm = Ce * Pm * A$$

Donde:

Vm = volumen medio que puede escurrir (m³)

A = área de la cuenca (m²)

Ce = Coeficiente de escurrimiento

Pm = Precipitación media (m)

En México, la CONAGUA ha publicado la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (DOF, 2 de agosto de 2001), donde establecen las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento. En dicha norma se muestra el procedimiento autorizado para calcular el coeficiente de escurrimiento (Ce), para el cálculo del escurrimiento medio anual en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

A falta de información específica, con apoyo de la cartografía del INEGI y de los datos de campo, se clasifican los suelos del área de CUSTF como suelos en una categoría B, de los tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables). Una vez clasificado el suelo (grupo textural A, B, o C) y tomado en cuenta su uso actual, se obtiene el valor de K correspondiente.

Tabla IV.21.- Valores de K, en función del tipo y uso del 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, suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terreno migajosos.		
C	Suelos casi permeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
Uso del suelo	TIPOS DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% poco pastoreo	0.014	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

Como los suelos presentes en el área del proyecto son de textura media y suelos delgados siendo principalmente Regosol con Litosol con una textura media y Regosol con Solonchak

con una textura gruesa y Cambisol con Feozem con una textura media, este tipo de suelo se definió dentro de la categoría de suelo "C" como suelos casi permeables.

Si en el sistema ambiental en estudio existen diferentes tipos y usos de suelo, el valor de K se calcula como la resultante de subdividir el sistema ambiental en zonas homogéneas y obtener el promedio ponderado de todas ellas.

Para el Sistema Ambiental se determina el $K = 0.20$

PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DEL SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
K resulta menor o igual que 0.15	$Ce = K(P-250)/2000$
K es mayor que 0.15	$Ce = K(P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$

Rango de validez.- Las fórmulas se considerarán válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm.

Se obtuvo un Ce de 0.0498

Por lo tanto, se sustituye en la fórmula $= 0.0498 * 12,766 * 0.748 = 475.5386$

Tabla IV.22.- Esgurrimento en el escenario actual

Cubierta	Área (ha)	Agua precipitada (m³)	Cobertura de la vegetación	Factor k Suelo C	Factor C	Esgurrimento (m³)
548	0.0457	341.8360	60	0.0498	0.0498	17.0234
547	0.0593	443.5640	60	0.0498	0.0498	22.0895
Cerro pelón	0.0567	424.1160	60	0.0498	0.0498	21.1210
Enjambre C-P	0.0437	326.8760	60	0.0498	0.0498	16.2784
550	0.0563	421.1240	60	0.0498	0.0498	20.9720
551	0.0554	414.3920	60	0.0498	0.0498	20.6367
552	0.0504	376.9920	60	0.0498	0.0498	18.7742
553-554	0.0934	698.6320	60	0.0498	0.0498	34.7919
Veta 6	0.0735	549.7800	60	0.0498	0.0498	27.3790
Veta 9	0.0893	667.9640	60	0.0498	0.0498	33.2646
Polvorín	0.0388	290.2240	60	0.0498	0.0498	14.4532
M005	0.0683	510.8840	80	0.0498	0.0498	25.4420
LA CERO	0.0468	350.0640	80	0.0498	0.0498	17.4332
CAMPAMENTO	0.2589	1,936.5720	80	0.0498	0.0498	96.4413
VETA 3	0.0693	518.3640	80	0.0498	0.0498	25.8145
LA 60	0.0726	543.0480	80	0.0498	0.0498	27.0438
EL SALATE	0.0509	380.7320	80	0.0498	0.0498	18.9605
ENJAMBRE	0.0473	353.8040	80	0.0498	0.0498	17.6194
TOTALES	1.2766	9,548.9680				475.5386

De acuerdo a lo anterior, el esgurrimento total dentro del área de CUSTF es de 475.5386 m³ lo que representa un 4.98% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la infiltración.- Con base en los datos anteriores y utilizando la ecuación de la Infiltración

$Inf = P - (Int + Ev + E)$, se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 9,548.968 - (332.4037 + 6,564.8621 + 475.5386) = 2,176.1636 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del área de CUSTF es de **2,176.1636 m³/año** en las **1.2765 ha** lo que representa un 22.79 % del total de agua captada en la zona.

Balance hídrico del área del proyecto

Tabla IV.23.- Balance hídrico del área de Cambio de Uso del Suelo.

Concepto	Volumen (m ³)	%
Intercepción	332.4037	3.48
Evapotranspiración	6,564.8621	68.75
Escurrimiento	475.5386	4.98
Infiltración	2,176.1636	22.79
Captación Total	9,548.9680	100.00

IV.2.2.1.9. Edafología

En la Clasificación de los suelos, se utilizó el Conjunto de datos vectoriales Edafológicos Serie II, 2006 editado por el INEGI, para cuya elaboración se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, publicado en 1999 por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e Información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO).

Debido a que el relieve que se encuentra está desde muy escarpado hasta plano lo que determina el desarrollo de varias unidades edafológicas. Los suelos que se presentan en el SA son de 4 diferentes tipos de suelos: Regosol, Luvisol, Phaeozem y Leptosol (según proyecto Edafológico Serie II).

Tipos de suelo, según proyecto Edafológico Serie II, Mapa Digital 6.0, editado por el INEGI.

Tabla IV.29. Tipos de Suelo en el SA

TIPO DE SUELO	COMBINACIONES	Área (ha)	Porcentaje (%)
Leptosol Dístico+Luvisol Dístico Epiléptico+Regosol Húmico Epiléptico	LPdy+LVdylep+RGhulep/2	192.5995	1.10

TIPO DE SUELO	COMBINACIONES	Área (ha)	Porcentaje (%)
Leptosol Éútrico+Phaeozem Lúvico Epiléptico+Leptosol Éútrico Lítico	LPeu+PHlvlep+LPeuli/2	530.6235	3.02
Leptosol Éútrico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Epiléptico	LPeu+PGeulep+PHlep/1	882.3588	5.02
Leptosol Éútrico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Epiléptico	LPeu+PGeulep+PHlep/2	987.0499	5.62
Leptosol Éútrico Húmico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Húmico Epiléptico	LPeuhu+RGeulep+PHhulep/2	2035.7258	11.59
Luvisol Crómico Endoléptico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Endoléptico	LVcrlen+RGeulep+PHlen/2	1145.9248	6.52
Luvisol Húmico Endoléptico+Leptosol Móvico+Phaeozem Lúvico	LVhulen+LPmo+PHlv/2	367.329	2.09
Luvisol Epiléptico+Regosol Éútrico Epiléptico+Leptosol Éútrico Lítico	LVlep+RGeulep+LPeuli/2	2705.7753	15.41
Phaeozem Endoléptico+Regosol Éútrico Epiléptico	PHlen+RGeulep/2	628.2933	3.58
Phaeozem Endoléptico	PHlen/2	134.8899	0.77
Phaeozem Lúvico Epiléptico+Luvisol Húmico Epiléptico+Regosol Húmico Epiléptico	PHlvlep+LVhulep+RHhulep/2	4382.5654	24.95
Regosol Éútrico+Phaeozem Háplico	RGeu+PHha/1	3020.7398	17.20
Regosol Éútrico	RGeu/1	124.8037	0.71
Regosol Éútrico Arénico+Arenosol Éútrico+Phaeozem Háplico	RGeuar+AReu+PHha/1	233.2901	1.33
Regosol Éútrico Endoléptico	RGeulen/2	192.1566	1.09
TOTAL		17,564.13	100

Para el Área de Influencia se encuentra 3 tipos de suelo: Regosol, Phaeozem, Leptosol y Luvisol, con las siguientes combinaciones: PHlen+RGeulep/2, PHlen/2, LPeu+RGeulep+PHlep/2, LPeu+PHlvlep+LPeuli/2, PHlen+RGeulep/2, PHlvlep+LVhulep+RHhulep/2, RGeulen/2, RGeu/1, RGeu+PHha/1, RGeuar+AReu+PHha/1, LPeuhu+RGeulep+PHhulep/2, LPeu+RGeulpe+PHlep/2 y la combinación LVcrlen+RGeulep+PHlen/2.

El suelo Regosol, suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen. Dentro del grupo de suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil.

El suelo Luvisol, Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor. Considerado en el grupo de suelos con subsuelo enriquecido en arcilla.

El Suelo Phaeozem, es un suelo que presenta una capa superficial de color oscura (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor a y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación). Considerado en el grupo que presentan acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases.

Leptosol, este suelo limita en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso. Se considera dentro del grupo de suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera.

Los tipos de suelos identificados en el SA de estudio, son susceptibles a la erosión laminar hídrica con pérdida de suelo superficial, esto causado por la deforestación y remoción de vegetación. La erosión laminar consiste en el arrastre de las partículas del suelo por escorrentía, llevando el agua en suspensión los elementos arrastrados, esto es superficial y solo afecta los primeros centímetros del suelo, por lo tanto, se entiende que los suelos presentes en la unidad presenten mayor susceptibilidad a este tipo de erosión, estos se consideran de baja evolución y desarrollo, condicionados por el material originario.

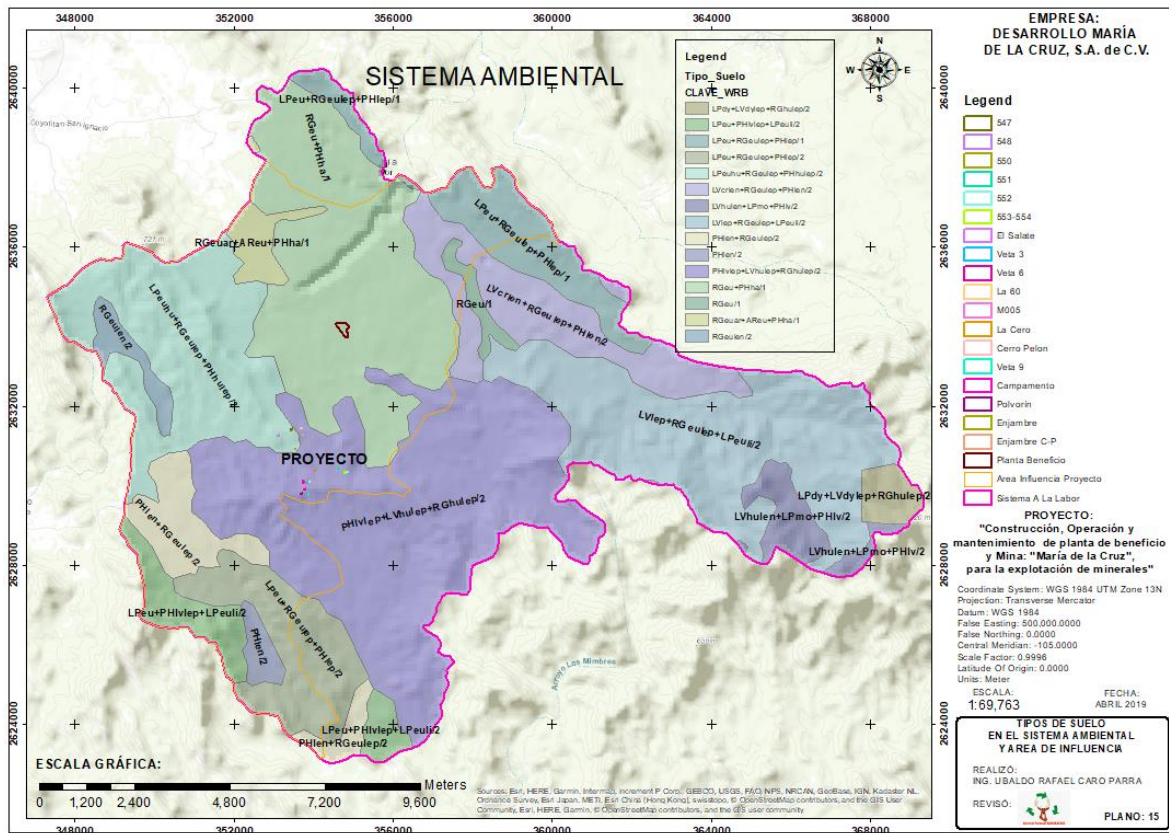


Figura IV.18.- Tipos de Suelos del SA y AI.

La erosión que se identifica en el SA es del tipo hídrica en función de la precipitación, inclinación de la pendiente de las laderas y de los suelos identificados, el grado de erosión es baja (7.1776 Ton/ha/año) esto en función de la precipitación que se registra en la estación meteorológica San Ignacio, la más cercana a la unidad, con un promedio de precipitación de 748.0 mm.

La textura de los tipos de suelos es media, con una fase lítica, donde la capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de las raíces; se localiza(n) a una profundidad somera. No es recomendable el uso de agricultura intensiva por los rendimientos bajos esperados y la alta susceptibilidad a la erosión, sin embargo, un buen manejo de pastos para ganadería protege el suelo y lo hace más productivo. Una parte del SA presenta fase lítica profunda esto que la roca dura y continua se localiza(n) a una profundidad entre 15 y 25 cm.

La degradación del suelo en el SA es física, que comprende la pérdida de suelo por erosión laminar, la destrucción de su estructura, compactación, entre otros, esta degradación se produce principalmente debido a la eliminación de la cobertura vegetal, el transporte de las partículas del suelo por la acción del agua de las lluvias

representa la principal forma de degradación que afecta los suelos del SA, donde se encuentra el proyecto.

La erosión laminar consiste en el arrastre de las partículas del suelo por escorrentía, llevando el agua en suspensión los elementos arrastrados, esto es superficial y solo afecta los primeros centímetros del suelo, por lo tanto, se entiende que los suelos presentes en la unidad presenten mayor susceptibilidad a este tipo de erosión, estos se consideran de baja evolución y desarrollo, condicionados por el material originario.

La degradación química del suelo conduce a la disminución o eliminación de su productividad biológica, lo que propicia la disminución de la fertilidad del suelo y reducción del contenido de materia orgánica. Esta se origina de manera principal por la agricultura y sobrepastoreo presente dentro del Sistema Ambiental.

Para el Área del proyecto se encuentra en dos tipos de suelo: Leptosol Éutrico Húmico+Regosol Éutrico Epiléptico+Phaeozem Epiléptico, con la combinación LPeu+PGeulep+PHlep/2, con una clase textural media y Phaeozem Lúvico Epiléptico+Luvisol Húmico Epiléptico+Regosol Húmico Epiléptico, con la combinación PHlvlep+LVhulep+Rhhulep/2, con una clase textural media. Dentro del grupo de suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil, (hiposódico) que tiene 6 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 20 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

IV.2.2.1.10. Cálculo del índice de erosión en el Sistema Ambiental.

Índice de erosión laminar

La estimación de este índice nos permite distinguir el tipo de erosión laminar (hídrica o eólica) a que está sujeta al SA, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo hídrico y/o eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos y por lo tanto poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del predio, el resultado de su aplicación permite, conjuntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con los siguientes datos:

Las capas de información que se emplean para calcular los índices son:

- Precipitación media anual (Estaciones meteorológicas CONAGUA).
- Unidades de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Fases de suelo (Carta edafológica, CONABIO).
- Pendiente del terreno (modelo digital de elevaciones, INEGI).
- Uso de suelo y vegetación (Serie V, INEGI).

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

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

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.

Por lo que se va a calcular la pérdida de suelo mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS). Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) ARCGIS a través de la creación de un modelo, donde el proceso consta de los siguientes pasos:

- Raster del área de estudio.
- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Estaciones meteorológicas más cercas (Spline).

- El Factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- Factor K mediante la interpolación de puntos (IDW).
- Raster Calculator (Calcular el factor F).
- Raster Calculator (Calcular el factor M).
- Raster Calculator (Calcular el factor L).
- Raster Calculator (Calcular el factor S).
- Raster Calculator (Calcular el factor LS).

Estableciendo como objetivos específicos:

- Determinar el factor de erosividad de las precipitaciones (R) según Roose, Morgan, Foster y el índice modificado de Fournier.
- Determinar el factor de erodabilidad del suelo (K).
- Determinar el factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS).
- Determinar el factor de cobertura vegetal o uso actual del suelo (C).

Para el análisis de la erosión de suelo se utilizó el software ArcGIS 10.3 usando la fórmula universal de pérdida de suelo USLE/RUSLE.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos/Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada.

$$A = R * K * LS * C * P$$

Dónde: A es la cantidad de material erodado calculado o medido expresado en toneladas por hectárea para una duración de lluvia específica. A tiene las unidades de K, en el periodo de tiempo seleccionado para R. R es el factor de lluvia en forma de un índice (EI30), que es medido por el poder erosivo de la lluvia expresado en toneladas metro por hectárea hora o en joule por metro cuadrado, una medida de la fuerzas erosivas de la lluvia y escurrimiento asociado; K es el factor de erodabilidad del suelo, es erosión estándar en tonelada por hectárea por unidad de erosividad R, para un suelo específico con una pendiente uniforme de 9% de gradiente y 22,1 m de longitud de pendiente en barbecho limpio labrado, es una medida de la susceptibilidad inherente de la partículas del suelo a la erosión; L es el factor longitud de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una pendiente con una longitud dada y la pérdida de suelo de una pendiente con una longitud estándar de 22,13 m, con idénticos valores de erodabilidad y gradiente de pendiente; S es el factor de gradiente de pendiente, expresa la relación de pérdida de suelo de una gradiente de pendiente específica y la pérdida de suelos de una pendiente con gradiente estándar de 9%, bajo otras condiciones similares, definen el efecto de la inclinación de la pendiente sobre la pérdida de suelo por unidad de área; C es el factor combinado de vegetación y manejo, expresa relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específicos a una área similar pero en barbecho

continuamente labrado; y P es el factor prácticas de conservación de suelo que expresa la relación de pérdida de suelo de un área con cobertura y manejo específico, como cultivo en contorno, cultivo en bandas o terrazas, con otro con labranza a favor de la pendiente.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros cuatro factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C) o práctica de manejo (P). Los dos últimos factores reducen esta pérdida potencial para compensar los efectos de uso de la tierra, manejo y prácticas especiales.

RAMÍREZ (2010) nos dice que, el índice EI30, se define como el producto de la energía cinética (E) de un aguacero y su máxima intensidad en un intervalo de 30.

Factor R (Potencial de Erosividad de la lluvia)

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

$$R = \sum (EI_{30})_i / N$$

Donde:

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

$(EI_{30})_i$ = EI30 para tormenta i

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

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

$$R = 6.8938 X + 0.000442 X^2$$

Donde:

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

X: Precipitación media anual de la estación

Para la aplicación de la fórmula se utilizó la información de las isoyetas generada a través de datos de las estaciones meteorológicas de la región lo cual nos generó un plano de distribución de la erosividad de la lluvia (R) dentro del SA.

Factor_R (Potencial de Erosividad por Precipitación).

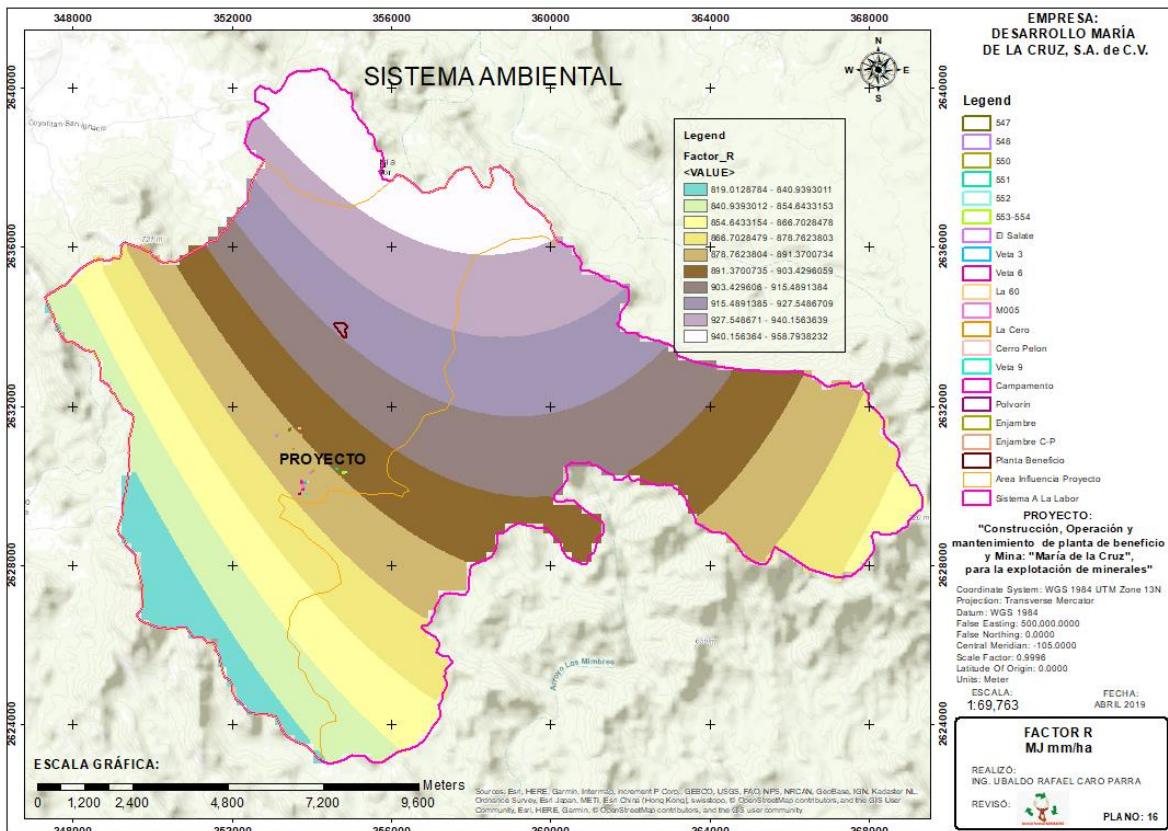


Imagen IV.14.- Factor R (Potencial de Erosividad por Precipitación), para el cálculo de erosión. ArcMap 10.3.

Erodabilidad del suelo (Factor K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo, texturas, capacidad de infiltración y de la permeabilidad. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. Cuando se trabaja en un sistema, como es este caso, se determinan los valores de K, tomando como referencia los valores del cuadro siguiente, de acuerdo a la clasificación de la FAO.

Para la estimación de la erodabilidad del suelo (Factor k) media de determó mediante en base a la tabla de valores de K y en base al tipo de suelo de la superficie que cubre el SA.

Tabla IV.30.- Cálculo ponderado del factor k en el SA,

TIPO DE SUELO	COMBINACIONES	Textura	K	Area (ha)	Porcentaje (%)
Leptosol Dístico+Luvisol Dístico Epiléptico+Regosol Húmico Epiléptico	LPdy+LVdylep+RGhulep/2	2	0.08	192.5995	1.10
Leptosol Éútrico+Phaeozem Lúvico Epiléptico+Leptosol Éútrico Lítico	LPeu+PHlvlep+LPeuli/2	2	0.08	530.6235	3.02
Leptosol Éútrico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Epiléptico	LPeu+PGeulep+PHlep/1	1	0.05	882.3588	5.02
Leptosol Éútrico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Epiléptico	LPeu+PGeulep+PHlep/2	2	0.08	987.0499	5.62
Leptosol Éútrico Húmico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Húmico Epiléptico	LPeuhu+RGeulep+PHhulep/2	2	0.08	2035.7258	11.59
Luvisol Crómico Endoléptico+Regosol Éútrico Epiléptico+Phaeozem Endoléptico	LVcrlen+RGeulep+PHlen/2	2	0.08	1145.9248	6.52
Luvisol Húmico Endoléptico+Leptosol Mólico+Phaeozem Lúvico	LVhulen+LPmo+PHlv/2	2	0.08	367.329	2.09
Luvisol Epiléptico+Regosol Éútrico Epiléptico+Leptosol Éútrico Lítico	LVlep+RGeulep+LPeuli/2	2	0.08	2705.7753	15.41
Phaeozem Endoléptico+Regosol Éútrico Epiléptico	PHlen+RGeulep/2	2	0.04	628.2933	3.58
Phaeozem Endoléptico	PHlen/2	2	0.04	134.8899	0.77
Phaeozem Lúvico Epiléptico+Luvisol Húmico Epiléptico+Regosol Húmico Epiléptico	PHlvlep+LVhulep+RHhulep/2	2	0.04	4382.5654	24.95
Regosol Éútrico+Phaeozem Háplico	RGeu+PHha/1	1	0.03	3020.7398	17.20
Regosol Éútrico	RGeu/1	1	0.03	124.8037	0.71
Regosol Éútrico Arénico+Arenosol Éútrico+Phaeozem Háplico	RGeuar+AREu+PHha/1	1	0.03	233.2901	1.33
Regosol Éútrico Endoléptico	RGeulen/2	2	0.04	192.1566	1.09

TIPO DE SUELO	COMBINACIONES	Textura	K	Area (ha)	Porcentaje (%)
TOTAL				17,564.1	100

Los valores de K de la tabla anterior, se obtuvieron de la tabla siguiente:

Tabla IV.31.- Valores de “K” en función de unidad y textura del suelo, según método de la FAO (ton/ha h/Mj mm ha año). Modificado de Figueroa *et al.* (1991).

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A. Acrisol	0.03	0.04	0.01	Mta. Mg	0.03	0.04	0.01
Af.Ah	0.01	0.02	0.01	N Nitosol	0.01	0.02	0.01
Ag.Ao	0.03	0.04	0.01	Nd, Ne, Nh	0.01	0.02	0.01
Ap	0.05	0.08	0.03	O Histosol	0.01	0.02	0.01
B cambisol	0.03	0.04	0.01	Od, Oe, Ox	0.01	0.02	0.01
Bf.Bh	0.01	0.02	0.01	P Podzol	0.05	0.08	0.03
Bc.Bd.Be.Bg.Bk	0.03	0.04	0.01	Ph, Ol	0.03	0.04	0.01
Bv.Bx	0.05	0.08	0.03	Pf, Pg, Po, Pp	0.05	0.08	0.03
C chermozem	0.01	0.02	0.01	Q Arenosol	0.01	0.02	0.01
Cg. Ch. ck	0.01	0.02	0.01	Qa, Qc, Qf, Qg	0.01	0.02	0.01
D Podzoluvisol	0.05	0.08	0.03	R Regosol	0.03	0.04	0.01
Dd. De. Dg	0.05	0.08	0.03	Rc	0.01	0.02	0.01
E. Rendzina	0.01	0.02	0.01	Re, Rd	0.03	0.04	0.01
F. Ferrasol	0.01	0.02	0.01	Rx	0.05	0.08	0.03
F (a,h,o,p,r,x)	0.01	0.02	0.01	S Solonetz	0.05	0.08	0.03
G Gleysol	0.03	0.04	0.01	Sm	0.03	0.04	0.01
Gc, Gh, Cm	0.01	0.02	0.01	Sg, So	0.05	0.08	0.03
Gd, Ge	0.03	0.04	0.01	T Andosol	0.03	0.04	0.01
Gp, Gx, Gv	0.05	0.08	0.03	Th, Tm	0.01	0.02	0.01
H Feozem	0.01	0.02	0.01	To, Tv	0.03	0.04	0.01
Hc, Hg, <u>Hh</u> , Hl	0.01	0.02	0.01	U Ranker	0.01	0.02	0.01
I Litosol	0.01	0.02	0.01	V Vertisol	0.05	0.08	0.03
J Fluvisol	0.03	0.04	0.01	W Planosol	0.05	0.08	0.03
Jc	0.01	0.02	0.01	Wh, Wm	0.03	0.04	0.01
Jd, Je	0.03	0.04	0.01	Wd, We, Ws, Wx	0.05	0.08	0.03
Jp, Jt	0.05	0.08	0.03	X Xerosol	0.05	0.08	0.03
K Castañozem	0.03	0.04	0.01	Xh, Xk, Xt, Xy	0.05	0.08	0.03
Kj, Kk, Kl	0.03	40	0.01	Y Yermosol	0.05	0.08	0.03
L Luvisol	0.03	0.04	0.01	Yh, Yk, Yy, Yt	0.05	0.08	0.03
Lf	0.01	0.02	0.01	Z Solonchak	0.03	0.04	0.01

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
Lc, Lg, Lk, Lo	0.03	0.04	0.01	Zm	0.01	0.02	0.01
La, Lp, Lv	0.05	0.08	0.03	Ag, Zo	0.05	0.04	0.01
M Molisol	0.03	0.04	0.01	Zt	0.05	0.08	0.03

La textura se clasifica como G=Gruesa, M=Media y F=Fina, f=férrico, g=gleyco, h=húmico, o=órtico, p=plíntico, c=crómico, d=dístrico, e=eútrico, k=cálcico, v=vértico, x=gélico, m=mólico, p=plíntico, t=tiónico, a=álbico.

Factor_K (Erodabilidad del Suelo).

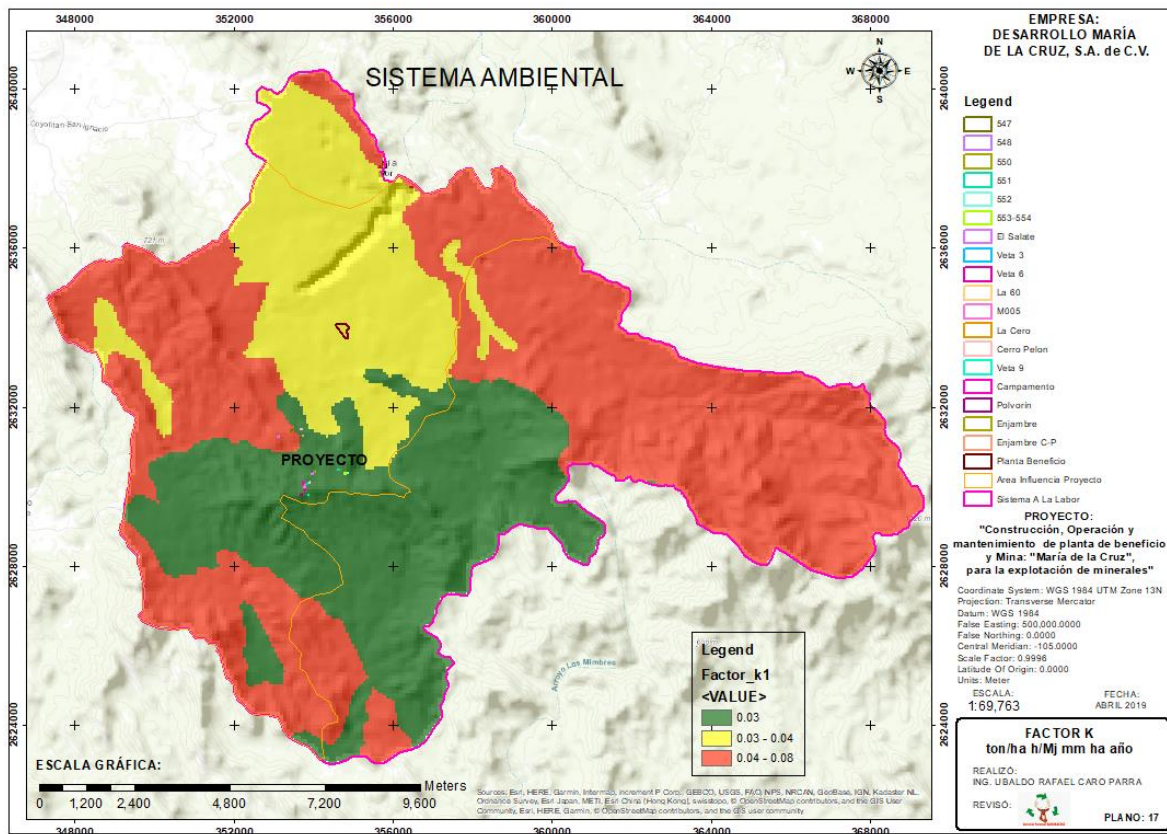


Imagen IV.15.- Factor K (Erodabilidad del Suelo), para el cálculo de erosión. ArcMap 10.3.

Factor de longitud y grado de pendiente “LS”

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan como “LS”. El factor LS integra la pendiente media de la ladera, su longitud considerando el efecto de la topografía sobre la erosión, se calculó utilizando la fórmula de Wischmeier y Smith (1978). La longitud (L) se define como la distancia horizontal desde el punto de origen del flujo sobre la superficie, hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la depositación, o hasta el

punto en el que el drenaje entra en un canal definido. La pendiente (S) refleja la influencia del gradiente de la pendiente en la erosión, ya que el potencial de la erosión incrementa con la pendiente. El gradiente de la pendiente es el campo o segmento de pendiente y es expresado generalmente en porcentaje.

El factor L: Donde λ es la longitud de la pendiente (m), m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido (Foster et al., 1977, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1+F)} \quad F = \frac{\sin \beta / 0,0896}{3(\sin \beta)^{0,8} + 0,56}$$

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet & Govers, 1996, citado por VELÁSQUEZ, 2008).

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22,13)^m}$$

Donde A (i, j) [m] es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987, 1989, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta_{(i,j)} + 0,03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0,09 \\ 16,8 \sin \beta_{(i,j)} - 0,5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0,09 \end{cases}$$

VELÁSQUEZ (2008) nos dice que cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculaator de ArcGIS se debetomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) de resolución de 15 metros elaborado por el INEGI. Como herramienta, se utiliza el ArcGis, además de proporcionar los valores del factor LS para cada punto ubicado en el Sistema Ambiental; a partir de ahí, se puede hacer el cálculo del riesgo de erosión con un Sistema de Información Geográfica.

Factor_L (Longitud de Pendiente).

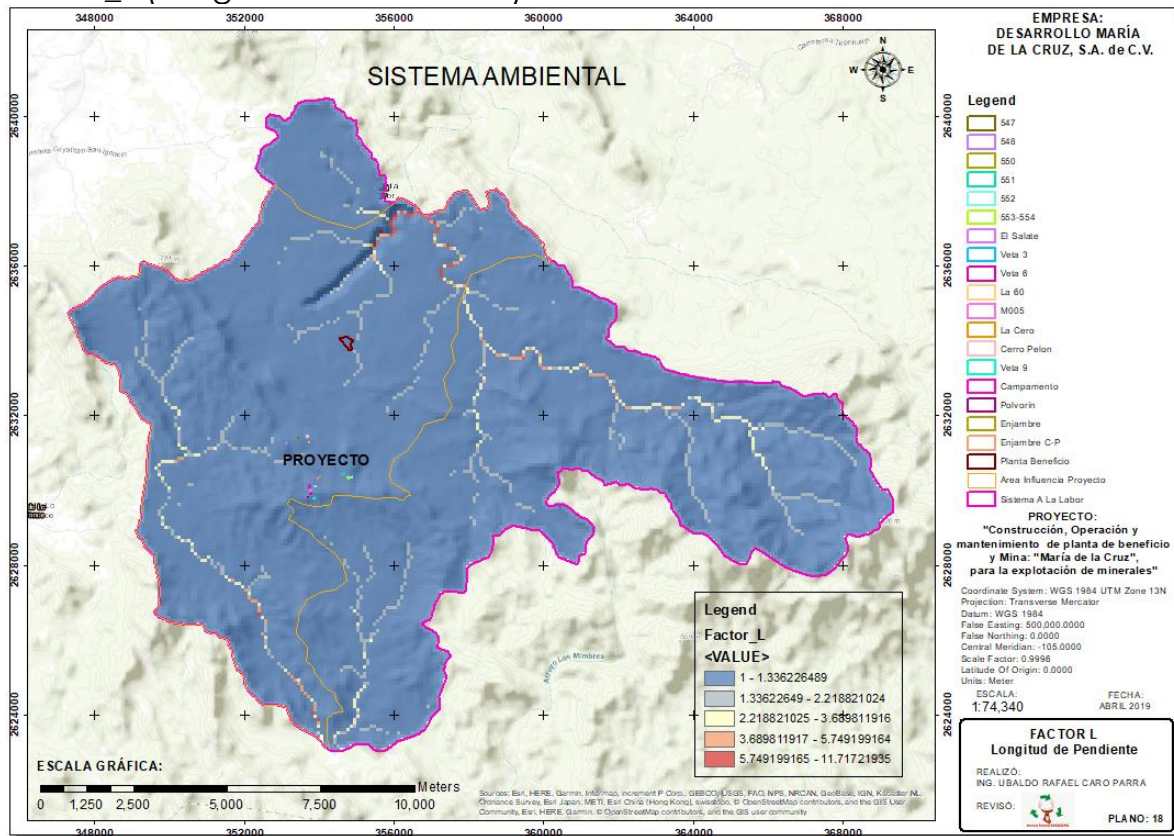


Imagen IV.16.- Factor L (Longitud de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcMap 10.3.

Factor_S (Grado de Pendiente)

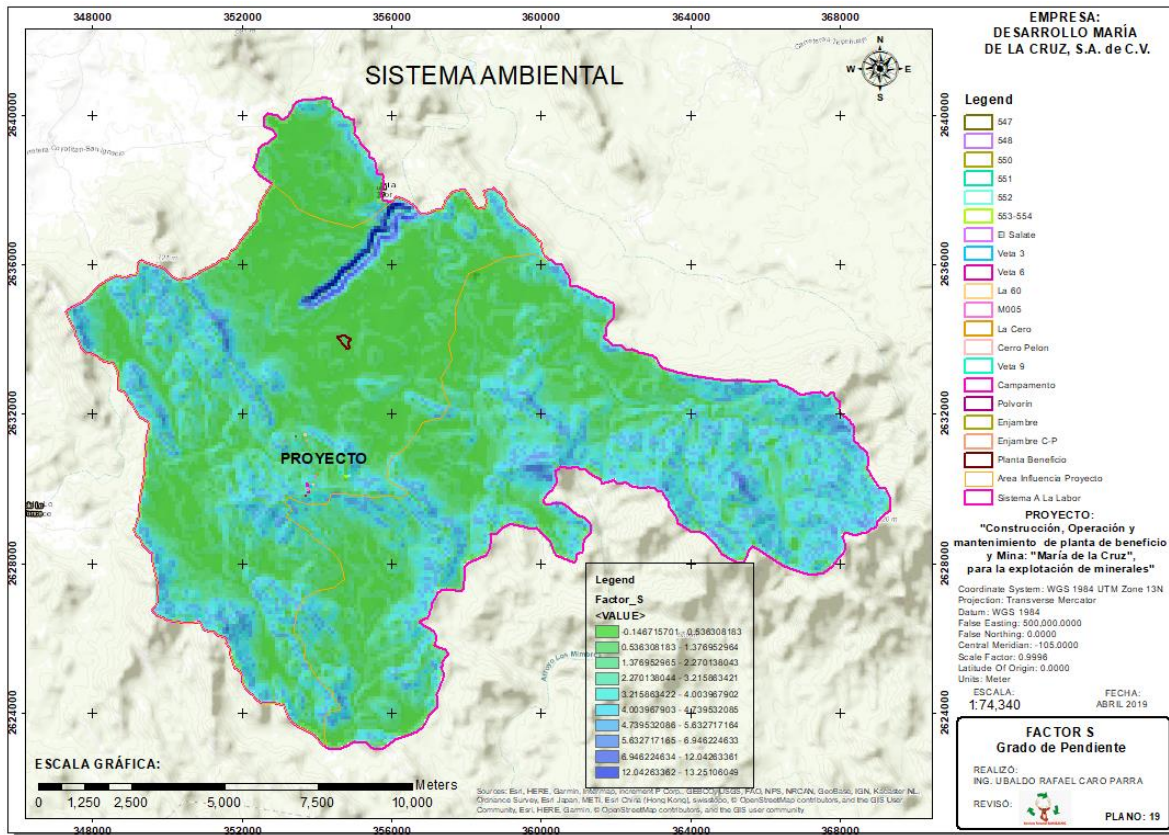
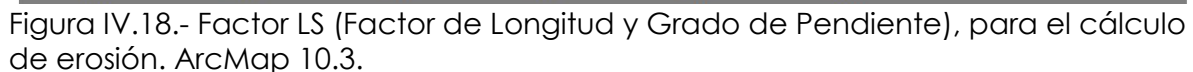


Figura IV.17.- Factor S (Grado de Pendiente), para el cálculo de erosión. ArcMap 10.3.

Factor_LS (Factor de Longitud y Grado de Pendiente)



Este factor contempla las diferencias de comportamiento del suelo frente a la erosión en función de su cobertura. De esta manera, si el producto “LS K R” de la RUSLE estima el riesgo de erosión de un suelo, el factor de cubierta “C” aminorar dicho resultado según características del ecosistema tales como la especie o especies, la arquitectura del ecosistema, el estado del ecosistema en sincronización con los periodos de lluvias, las características de la materia orgánica acumulada sobre la superficie del suelo, las labores sobre el suelo (distintas de las especificadas por el factor P de conservación), etc.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: “CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA “MARIA DE LA CRUZ”, PARA LA
EXPLOTACION DE MINERALES”

vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: el recubrimiento (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cubrimiento del suelo).

Tabla IV.32.- Valores de C para bosques y selvas

% de cubierta	% de cubierta en contacto con el suelo ⁽¹⁾	Tipo de Ordenación ⁽²⁾	
		C	NC
100 -75	100 – 90	0.001	0.003 – 0.011
75 – 40	90 – 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 ⁽³⁾	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

(1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas.

(2) C = montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo.

(3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla de pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla IV.33.- Valores de C para arbustos y pastizales.

Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo					
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
Tipo y altura de la cubierta	recubrimiento	0	20	40	60	80	95-100	0
Columna número	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
Herbáceas		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
y matorrales	20	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
(0.5 m)		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
Arbolado sin	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
Matorral		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
pequeño	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
apreciable		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
(4m)	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 cm de humus

W: ídem. Por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Tomando el proyecto Uso del Suelo y Vegetación Serie V del INEGI, se identificaron las condiciones de la vegetación y cubierta del suelo para obtener los valores del factor C para el SA.

Tabla IV.34.- Uso del Suelo en el SA, valores del Factor C y la proporción (%).

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %	Factor_C
1	Agricultura Temporal Anual	5,338.6357	30.40	0.47
2	Agricultura Temporal Permanente	954.2089	5.43	0.17
3	Bosque de Encino-Pino	266.2314	1.52	0.03
4	Bosque de Encino VSa	19.6985	0.11	0.03
5	Pastizal Inducido	148.9986	0.85	0.03
6	Selva Baja Caducifolia Primaria	8,380.1778	47.71	0.01
7	Selva Baja Caducifolia VSa	1,281.0013	7.29	0.03
8	Selva Mediana Subcaducifolia	1,175.1732	6.69	0.01
	TOTAL	17,564.1254	100.00	

Tabla IV.35.- Uso del Suelo en el Área de Influencia y la proporción (%).

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
1	Agricultura Temporal Anual	3,865.1615	45.64
2	Selva Baja Caducifolia Primaria	3,508.4064	41.43
3	Selva Baja Caducifolia VSa	878.6847	10.38
4	Selva Mediana Subcaducifolia	215.8130	2.55
	TOTAL	8,468.0656	100.00

Nota: presenta una variación en la superficie, esto se debe al efecto de orilla y se calculó con el Mapa Digital 5.0 editado por el INEGI.

Factor_C (Cobertura Forestal)

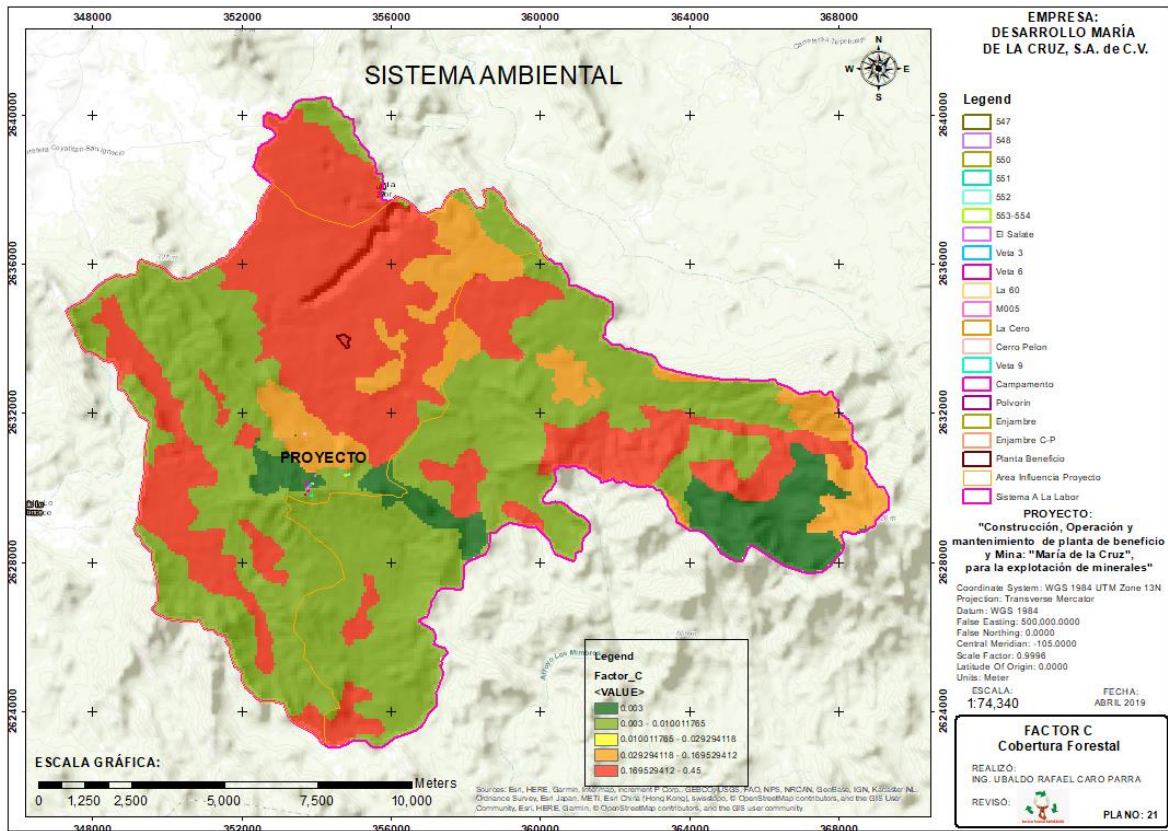


Figura IV.19.- Factor C (Cobertura Forestal), para el cálculo de erosión. ArcMap 10.3.

Factor de prácticas de conservación del suelo “P”

El factor P de la EUPS es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para el caso de la CHF se consideró un factor de 0.4 asumiendo que realizan cultivos al contorno, para el resto de los usos este factor tiene un valor de 1 porque no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación de bosques y pastizales se refiere.

En el caso del área de estudio el valor de “P” utilizado fue la unidad debido a que no se conocen obras mecánicas de conservación de suelo, que se haya realizado en el SA.

Integración de mapa de susceptibilidad de erosión actual “A”

Una vez que se trabajó de manera independiente cada uno de los factores y se generaron mapas de cada uno de ellos, se prosiguió a cruzar los datos (Figura IV.20) por medio del programa ArcMap 10.3, dando como resultado un mapa de erosión actual.

Sustituyendo todos los valores en la fórmula EUPS podemos obtener la pérdida de suelo con cobertura forestal:

RESULTADO DE LA EROSIÓN POTENCIAL ACTUAL

Una vez realizado los procesos anteriores en el ArcGIS 10.3, se determina la media de erosión para el Sistema Ambiental, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla IV.36.- Erosión Potencial en el SA actualmente sin proyecto.

NIVEL RANGOS	Rango promedio	Count (N° Ocurrencias)	Promedio* Count	Área (ha)	Porcentaj e (%)
0.4138-3.9249	2.16935	2047	4440.65945	1,864.22	10.61
3.9249-28.1150	16.01995	617	9884.30915	4,149.49	23.62
28.1150-60.3686	44.2418	212	9379.2616	3,937.47	22.42
60.3686-92.6221	76.49535	63	4819.20705	2,023.13	11.52
92.6221-132.9390	112.78055	26	2932.2943	1,230.99	7.01
132.9390-197.4461	165.19255	16	2643.0808	1,109.58	6.32
197.4461-294.2067	245.8264	17	4179.0488	1,754.39	9.99
294.2067-560.983	427.59485	2	855.1897	359.01	2.04
560.983-745.7562	653.3696	2	1306.7392	548.58	3.12
745.7562-2052.024	1398.8901	1	1398.8901	587.26	3.34
TOTALES		3003	41839.68	17,564.13	100.00
EROSIÓN Media Ton/ha/año			13.9323		

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

Tabla IV.37.- Erosión Potencial en el Area de Influencia actualmente sin proyecto.

NIVEL RANGOS	Rango promedio	Count (N° Ocurrencias)	Promedio*Count
0.4138-3.9249	2.16935	915	1984.95525
3.9249-28.1150	16.01995	617	9884.30915
28.1150-60.3686	44.2418	212	9379.2616
60.3686-92.6221	76.49535	63	4819.20705
92.6221-132.9390	112.78055	26	2932.2943
132.9390-197.4461	165.19255	16	2643.0808
197.4461-294.2067	245.8264	17	4179.0488
294.2067-560.983	427.59485	2	855.1897
560.983-745.7562	653.3696	2	1306.7392
745.7562-2052.024	1398.8901	1	1398.8901
TOTALES		1871	39,382.98
EROSIÓN Media Ton/ha/año			21.0492

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

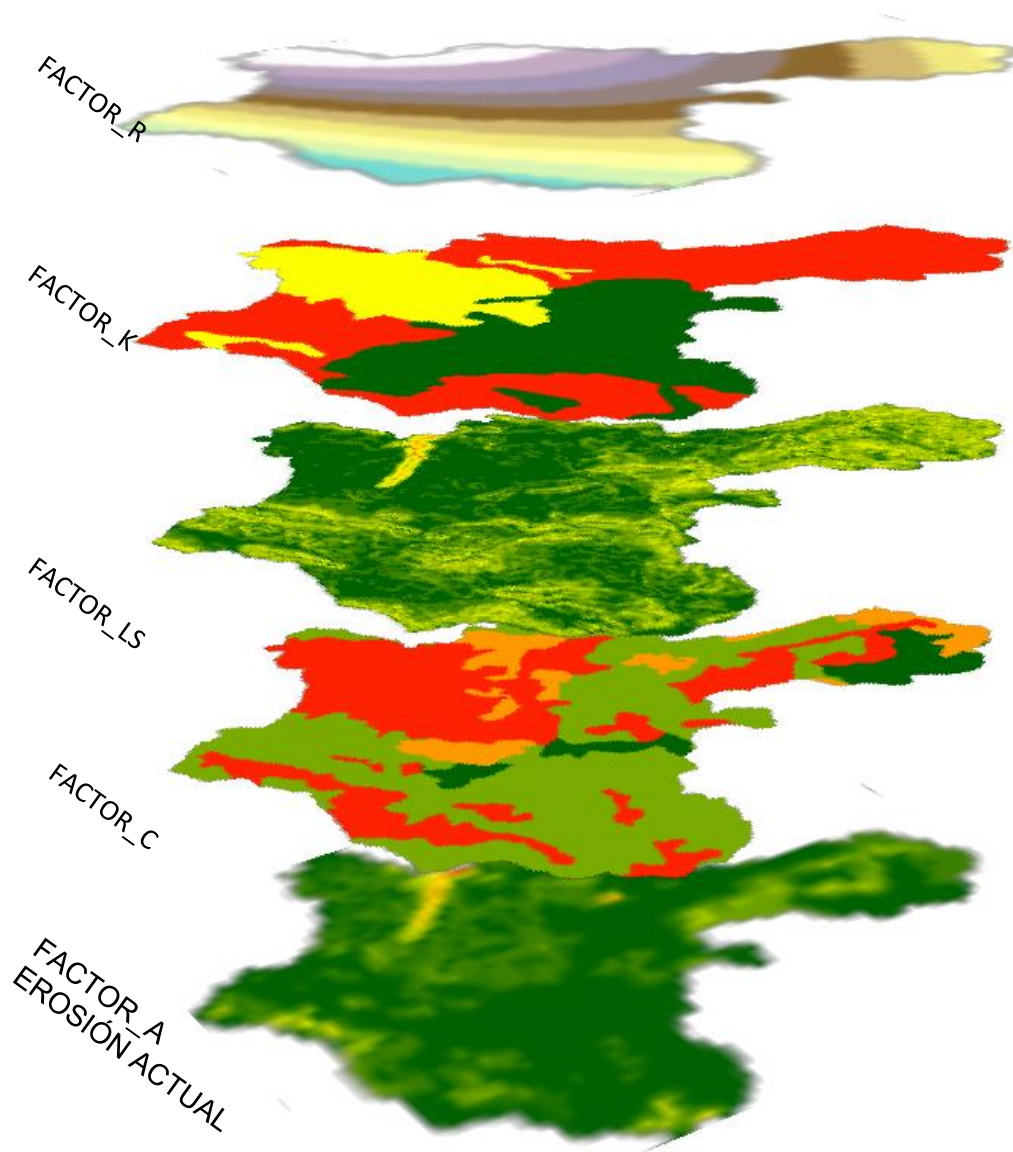


Imagen IV.20.- Cruce de mapas de los diversos factores para calcular la "Erosión Potencial y Actual". ArcMap 10.3.

Tabla IV.38.- Erosión Potencial en el Area del Proyecto.

NIVEL RANGOS	Rango promedio	Count (N° Ocurrencias)	Promedio*Count
0.4138-3.9249	2.16935	53	114.976
3.9249-28.1150	16.01995	5	80.100
TOTALES		58	195.075
EROSIÓN Media Ton/ha/año			3.3634

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

La pérdida de suelo de manera natural (sin proyecto) en el SA es de 13.9323 ton/ha/año (244,708.57 ton totales) que se considera Media de acuerdo a la clasificación de la degradación laminar hídrica.

Tabla IV.39.- Clasificar el dato resultante con un nivel de degradación considerando los siguientes rangos:

Clasificación de los niveles de degradación	Valor de la erosión laminar
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

En el Área de Influencia se reporta en promedio: 21.0492 Ton/ha/año (178,258.18 toneladas Totales), Nivel de acuerdo a la clasificación de la FAO. Media.

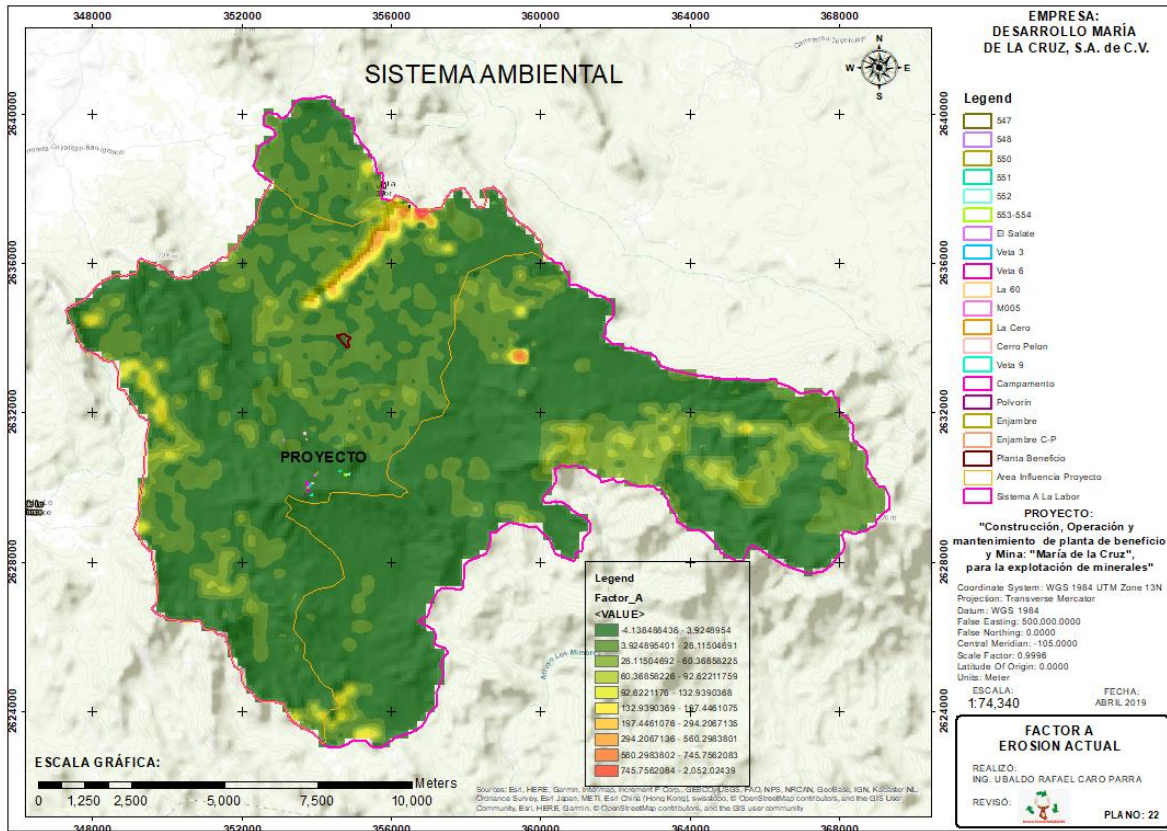


Figura IV.20.- Erosión actual del SA y AI.

En el Área del Proyecto se reporta en promedio 3.3634 ton/ha/año (4.2927 ton totales) que se considera Ligera de acuerdo a la clasificación de la degradación laminar hídrica.

RESULTADO DE LA EROSIÓN REALIZANDO EL CUSTF EN EL PREDIO

Una vez realizado los procesos anteriores en el ArcGIS 10.3, se determina la media de erosión realizando el Cambio de Uso de Suelo en el Predio, obteniéndose los siguientes resultados en caso de que se dejara descubierta la superficie:

Tabla IV.40.- Erosión Potencial en el Área del Predio realizando el CUSTF.

RANGOS	Rango promedio	Count (N° Ocurrencias)	Promedio*Count
0.4138-3.9249	2.16935	3	6.508
3.9249-28.1150	16.01995	43	688.858
28.1150-60.3686	44.2418	8	353.934
60.3686-92.6221	76.49535	4	305.981
TOTALES		58	1355.282
EROSIÓN Media Ton/ha/año			23.3669

Nota: Obtenida mediante el ARCMAP 10.3.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

La pérdida de suelo realizando el CUSTF (con proyecto) en el Predio RESULTARIA de 23.3669 ton/ha/año que equivale a 29.8232 ton totales en las 1.2765 ha, que se considera Moderada de acuerdo a la clasificación de la degradación laminar hídrica.

Tabla IV.41.- Clasificar el dato resultante con un nivel de degradación considerando los siguientes rangos:

Clasificación de los niveles de degradación	Valor de la erosión laminar
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Promedio: 23.3669 Ton/ha/año (29.8232 ton totales en las 1.2765 ha), Nivel de acuerdo a la clasificación de la FAO. Moderada.

RESULTADO DE LA EROSIÓN REALIZANDO LA OBRA EN EL PREDIO (MEDIDAS DE MITIGACIÓN)

La actividad que se realizará para mitigar la pérdida de vegetación y evitar la erosión es el rescate de 638.2463 m³, (para utilizarlos como sustrato en el área que se restaurará) y se realizará la restauración de un área al final del proyecto de una superficie de 6.9044 ha por lo tanto, la pérdida de suelo sería mínima, se realizarán Obras de Conservación del Suelo y Agua (Sistema Zanja Bordo) aguas debajo de cada polígono del proyecto.

IV.2.2.2.- Medio Biótico

IV.2.2.2.1.-Vegetación.

Nuestro país debido a su compleja topografía, su geología y su variedad de climas, alberga en su territorio una gran diversidad biológica, lo que lo posiciona como la cuarta nación con mayor riqueza de especies, por lo que es considerado un país megadiverso (Sarukhán *et al.*, 2009). Esta riqueza se ha visto afectada debido a diversos factores, como son la expansión de la agricultura, la ganadería, la industria o el crecimiento de la mancha urbana y sus efectos asociados, lo que ha comprometido la presencia, distribución y salud de los ecosistemas a nivel nacional (Challenger y Dirzo *et al.*, 2009; SEMARNAT, 2008).

La vegetación que se encuentra al interior del SA, desempeña un papel muy importante, al mantener la calidad del agua, regular la cantidad y periodicidad de los cauces, así como ayudar a mantener la estabilidad ambiental sistema-arriba, sistema-abajo, ayudan a la recarga de acuíferos, proporcionan protección al suelo,

captura de CO₂ y provee de refugio y recursos a la fauna, por mencionar algunas de sus funciones más importantes (Matthews *et al.*, 2000; Revenga *et al.*, 1998). Es por esto, que la primer medida, para conocer y analizar las condiciones que presenta un sistema es conocer la extensión y distribución de su cobertura vegetal (Walter *et al.*, 2006; Matthews *et al.*, 2000).

Las distintas comunidades vegetales y la diversidad que se encuentra dentro del SA para este estudio, está en relación a la biodiversidad reportada para el estado de Sinaloa, que es un estado con una gran riqueza florística, una diversidad de hábitats característica y amplia ya que en este estado se pueden encontrar desde desiertos áridos y matorrales, hasta bosques de encino/pino y principalmente comunidades de selva baja caducifolia. El SA tiene una superficie total de 17,564.1254 ha, en las cuales se presentan distintos tipos de vegetación, que son el resultado del relieve, el tipo de suelo y el clima que hacen que la cubierta vegetal sea heterogénea.

En los terrenos que comprende encontramos sólo tres diferentes tipos de vegetación de los cuales la selva baja caducifolia ocupa mayormente la superficie con 55.01%, la Selva Mediana Subcaducifolia un 6.69% y el Bosque de Encino un 1.63%; respecto a el uso de suelo, los terrenos agrícolas representa el 35.83% y el pastizal inducido con 0.85 de la superficie del Sistema Ambiental, con base en el Proyecto Uso de Suelo y Vegetación Serie V, editada por el INEGI, del Mapa Digital, editada por el INEGI (Tabla IV.31) y la información obtenida en la visita de campo, en el área del proyecto predominando la Selva Baja caducifolia.

Tabla IV.31.- Uso del Suelo y Vegetación en el SA y la proporción (%).

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
1	Agricultura Temporal Anual	5,338.6357	30.40
2	Agricultura Temporal Permanente	954.2089	5.43
3	Bosque de Encino-Pino	266.2314	1.52
4	Bosque de Encino VSa	19.6985	0.11
5	Pastizal Inducido	148.9986	0.85
6	Selva Baja Caducifolia Primaria	8,380.1778	47.71
7	Selva Baja Caducifolia VSa	1,281.0013	7.29
8	Selva Mediana Subcaducifolia	1,175.1732	6.69
	TOTAL	17,564.1254	100.00

Tabla IV.32.- Uso del Suelo y Vegetación en el Área de Influencia y la proporción (%).

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
1	Agricultura Temporal Anual	3,865.1615	45.64
2	Selva Baja Caducifolia Primaria	3,508.4064	41.43
3	Selva Baja Caducifolia VSa	878.6847	10.38

ID	Uso del Suelo y Vegetación	Área en SA ha	Porcentaje Relativo %
4	Selva Mediana Subcaducifolia	215.8130	2.55
	TOTAL	8,468.0656	100.00

A pesar de que se registra un mayor porcentaje de selva baja caducifolia, esto no asegura que en su conjunto, la vegetación tenga la capacidad de desempeñar adecuadamente las funciones correspondientes en la dinámica ambiental del sistema, ya que diversos factores como la deforestación, la fragmentación de la vegetación o el grado de transformación de los ecosistemas al interior, modifica su estructura y altera así el funcionamiento de la vegetación, limitando su productividad y su capacidad de respuesta ante eventos externos como incendios, plagas, huracanes e inundaciones, entre otros (Walker *et al.*, 2006).

Por lo anteriormente expuesto, el presente análisis se enfoca en la descripción de la situación actual de la vegetación, mediante su patrón de distribución, superficie y riqueza vegetal, así como el grado de transformación que ha sufrido el SA hasta la fecha de elaboración de este estudio, a partir de la evaluación de la superficie muestreada, con la finalidad de conocer indirectamente el estado ambiental que presenta la unidad de referencia que será el punto base de comparación con el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

En general la vegetación nativa ha sido moderadamente deteriorada, las causas de este deterioro son las irregularidades en el aprovechamiento forestal, los incendios intencionales para poder talar los cerros por cuestiones agropecuarias principalmente y el tráfico de madera (la extracción de los mejores árboles dejando en pie los de menor calidad).

IV.2.2.2.1.1.- Identificación de los tipos de vegetación según la clasificación de INEGI.

En la superficie del SA que se definió para este proyecto, dos tipos de vegetación, selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, así como 4 tipo de uso de suelo, esto de acuerdo con los datos vectoriales de INEGI serie V.

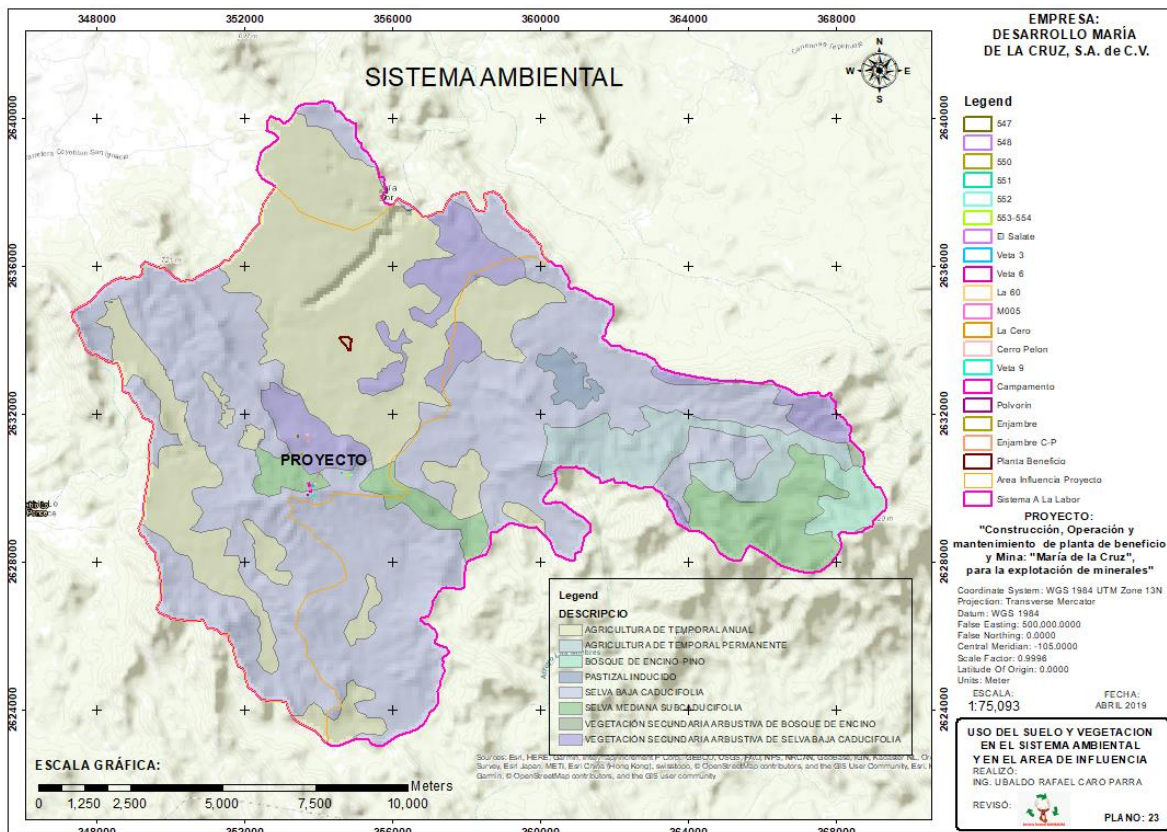


Figura IV.19.- Presencia Uso del Suelo y Vegetación del SA.
Proyecto Uso del Suelo y Vegetación Serie V. INEGI.

Estas comunidades vegetales se caracterizan a continuación:

Selva Baja Caducifolia.- Cubre extensas áreas adyacentes a la SMO. De la zona delimitada en este trabajo cubre aproximadamente 7% de la superficie, donde ocupa la mayor parte de la zona baja de las barrancas y quebradas al occidente y sur de la sierra y la base occidental de esta, entre los 200 y los 2000(-2160) m s.n.m. En su límite boreal de distribución en Sonora sube hasta los 1100 m pero en Durango y Zacatecas alcanza a llegar al interior a través de las grandes quebradas como la del río Mezquital, alcanzando los 2160 m. Los climas predominantes son cálidos, aunque también hay semisecos; libres de heladas, con temperatura media anual > 20 °C, precipitación de 500 a 1200 mm y 6 a 9 meses de sequía, lo que propicia un cambio radical en el aspecto de las comunidades entre ambas temporadas ya que en buena parte del año el bosque presenta un aspecto seco en el que apenas se reconoce su afinidad tropical.

Está compuesto por árboles caducifolios de 4 a 15 m de alto, espaciados o densos. Debido a que este tipo de vegetación se desarrolla entre el piedemonte occidental de la sierra y la planicie costera noroccidental con continuidad latitudinalmente, la composición de las comunidades que lo representan desde Sonora hasta Nayarit y

Jalisco es relativamente más uniforme que la de los bosques Madrenses. Aún así, difieren ampliamente en composición florística, fisonomía y afinidades ecológicas dependiendo de las condiciones ambientales donde se desarrollan. Las comunidades de menores elevaciones en Sonora, Sinaloa y Durango son llamadas "monte mojino" y en ellas destacan elementos de sucesión secundaria.

En laderas con fuerte insolación son comunidades bajas o medias (4 a 15 m), de estructura irregular, con frecuencia dominadas por árboles espinosos (principalmente Leguminosas), entre las que destacan mautos y tepehuajes (*Lysiloma* spp.), huizache tepame (*Acacia pennatula*), huizache (*Acacia farnesiana*), *Havardia* spp., *Pithecellobium* spp., *Enterolobium cyclocarpum*, así como copales y copalillos (*Bursera excelsa*, *B. collina*, *B. palmeri*), papelillos y torotes (*Bursera multijuga*, *B. fagaroides*), palo mulato (*Bursera grandiflora*), cascalosúchil/sacalasúchil (*Plumeria rubra*), pochote (*Ceiba acuminata*), amapas (*Tabebuia* spp.), clavellín/cuajilote (*Pseudobombax palmeri*), *Sapium* spp., *Sebastiania cornuta*, guaje cirial (*Crescentia alata*), amolillo o palo sapo (*Sapindus saponaria*), haba (*Hura polyandra*), navío/palo joso (*Conzattia sericea*), cepillo (*Combretum farinosum*), *Amphipterygium adstringens*, palo torsal (*Alvaradoa amorphoides*), papelío (*Jatropha cordata*), *Nopalea karwinskiana* y cactáceas columnares como pitahaya (*Stenocereus thurberi*), etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), *Pilosocereus* sp. y *Stenocereus* spp.

En Sonora, Chihuahua y el norte de Sinaloa, en su condición natural estos bosques presentan árboles de 10-15 m de alto y dosel que cubre 100% de la superficie (Felger y Johnson, 1995). Son abundantes los copales y torotes (*Bursera* spp.), guayacán (*Guaiaecum coulteri*), diversas leguminosas como mauto (*Lysiloma divaricatum*), tepehuaje (*Lysiloma watsonii*), *Conzattia multiflora*, brasil (*Haematoxylum brasiletto*), palo pinto/palo fierro (*Chloroleucon mangense* var. *leucospermum*), palo zorrillo (*Senna atomaria*) y chilicote (*Erythrina* sp.). Otros elementos, en diversas combinaciones son el pochote o ceiba (*Ceiba acuminata*, *C. aesculifolia*), amapa rosa (*Tabebuia impetiginosa*), rosa amarilla (*Cochlospermum vitifolium*), cuajilote (*Pseudobombax palmeri*), *Wimmeria mexicana* y cactáceas como cholla arborescente (*Opuntia thurberi*), nopal (*O. wilcoxii*), etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), *Stenocereus montanus* y *S. thurberi*.

Hacia su límite superior de elevación, hasta a 2160 m su fisonomía es intermedia con la del matorral subtropical, con *Bursera multijuga*, *B. palmeri* e *Ipomoea murucoides*, acompañados por *Erythrina flabelliformis*, *Aralia humilis* y *Melochiatomentosa*, mientras que hacia las partes bajas y en sitios protegidos como orilla de arroyos y en cañadas el bosque asume formas más altas y densas y presenta algunos de los elementos del bosque tropical subcaducifolio como son *Ficus*, *Bursera* y *Brosimum*, con *Eugenia* y *Combretum* en el estrato bajo. Otros elementos son *Annona* sp., *Guarea glabra*, *Tabebuia impetiginosa*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Lonchocarpus* sp.



Figura IV.20.- Presencia de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia en el SA.

Uno de los principales problemas ambientales de la región está relacionado con el aumento en la deforestación, lo cual ha incrementado la fragmentación de la vegetación y con esto la pérdida de servicios ambientales y de diversidad biológica. Los principales factores que están influyendo en el deterioro de la región son los altos índices de tala clandestina, y en menor proporción el cambio de uso de suelo dando paso a zonas agrícolas y potreros, originando con ello, lo siguiente:

- _ Una alta fragmentación de la vegetación, pérdida de servicios ambientales y pérdida de diversidad biológica.
- _ La reducción de hábitat para la fauna.

La selva baja caducifolia proporciona servicios ambientales a las comunidades rurales circundantes como materias primas, madera, leña y alimento, provenientes de distintas especies de plantas y animales, se favorece la infiltración del agua de lluvia por lo que se convierten en zonas prioritarias de captación. La vegetación también mantiene la fertilidad del suelo mediante la degradación de hojas, ramas y raíces. Otros servicios ambientales son la de contribuir de forma importante al almacenamiento de carbono y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, polinización, dispersión de semillas y el mantenimiento de la información genética de plantas y animales.

Bosque de Encino.- Engloba a una amplia gama de comunidades de composición florística, estructura y afinidades ecológicas muy diferentes, cuyo rasgo común es

la dominancia de especies arbóreas de *Quercus* (Rzedowski, 1978). Cubre casi 14% de la superficie de la SMO, desde los 340 m s.n.m. sobre lomeríos rodeados por bosque tropical caducifolio, hasta los 2900 m en zonas frías de la sierra. Climas: templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y semiseco templado con temperaturas medias anuales de 12 a más de 18 °C, precipitación anual promedio entre 700 y 1700 mm. La época seca va de 0 a 9 meses.

Los encinares en la SMO están representados por tres tipos principales: a) los de bosque bajo abierto (descritos bajo el ecosistema Madrense xerófilo), b) los de climas templados en el macizo de la sierra; y c) los bajos y abiertos de afinidad tropical. Muchas de las comunidades representadas en el mapa de vegetación como bosque de encino corresponden a comunidades de bosque bajo abierto de clima semiárido o a las comunidades de bajas elevaciones intercaladas entre la vegetación tropical.

Destacan las siguientes asociaciones de bosque de encino:

Quercus sideroxyla y/o *Q. rugosa*, desde los (1700-) 2000 hasta los 2900 m. *Quercus rugosa* llega a formar comunidades puras en sitios con alta humedad ambiental o se asocia con otros encinos y con pinos. *Quercus sideroxyla* se desarrolla en bajíos, cañadas y laderas de escasa pendiente, por lo general sobre suelos profundos. En bosques húmedos en climas más fríos *Q. sideroxyla* y *Q. rugosa* pueden comportarse como perennifolias. *Quercus durifolia* llega a formar encinares puros en sitios más o menos planos, entre 1900 y 2600 m.

Otras especies de encino que son abundantes hacia el declive occidental de la Sierra Madre, ya sea en bosques de encino o en bosques mixtos están *Quercus fulva* (1900 a 2400 m); *Q. mcvaughii* (2100 a 2700 m) y *Q. scytophylla* (1700 a 2700 m). *Quercus laeta*, un encino blanco, es uno de los encinos con mayor tolerancia ecológica. Se desarrolla desde los 1400 hasta los 2700 m particularmente en la vertiente occidental y en el sur de la SMO, a veces como dominante en encinares o en bosques mixtos.

En la zona Madrense Tropical, entre 1500 y 2800 m hay encinares subcaducifolios con características similares a las del bosque mesófilo donde destacan *Quercus candicans*, *Q. crassifolia*, *Q. diversifolia*, *Q. scytophylla* y *Clethra* spp. Alcanzan una altura de 20 a 25 m y presentan abundantes epifitas, principalmente del género *Tillandsia* y orquídeas.

Otros encinares del declive hacia el Pacífico forman una franja de transición entre los bosques de coníferas o de pino-encino y los bosques de tipo tropical: el encino duraznillo (*Q. viminea*) es dominante en encinares y en bosques mixtos entre 1400 y los 2510 m. Entre 1400 y 2200 m, en clima cálido subhúmedo, se desarrollan bosques de *Q. subspathulata*. En áreas intermedias con el bosque tropical

caducifolio están *Quercus* cf. *Castanea* (1500 a 1700 m), *Q. diversifolia* (1400 a 1700 m) y *Q. entryi* (1400 a 2100(-2600 m)).

Los encinares de las partes más bajas de la vertiente occidental (340 a 1400 m) incluyen muchas especies termófilas y por lo general ocupan partes altas adyacentes a los bosques tropicales. *Quercus albocincta* es el que se desarrolla a menores elevaciones, seguido por *Q. chihuahuensis* y *Q. tuberculata*. Hacia el sur de la sierra, sobre suelos pedregosos en Aguascalientes, Zacatecas, norte de Jalisco y sur de Durango, destacan los bosques bajos, por lo general abiertos, de árboles de hoja decidua como los robles (*Q. magnoliifolia* y *Q. resinosa*), a veces con *Q. eduardii* y *Q. viminea*. Muchas de estas comunidades están siendo substituidas por matorrales de *Dodonaea*. En sitios abiertos y secos se localiza un encino blanco (*Quercus* cf. *chihuahuensis*). De los 1150 m de elevación hacia arriba se encuentran también *Q. jonesii* y *Q. laeta*, ya sea en encinares puros o en bosques mixtos con *Pinus oocarpa*, *P. lumholtzii* o *P. luzmariae*. Los encinares caducifolios de la vertiente occidental llegan a presentar abundantes orquídeas epífitas, entre las que destaca *Laelia speciosa*.

Los encinares de climas semisecos con *Quercus oblongifolia*, *Q. emoryi*, *Q. chihuahuensis*, *Q. grisea*, *Q. arizonica* y *Q. eduardii* se discuten con el Bosque bajo abierto.

Selva Mediana Subcaducifolia.- Cubriendo apenas 1.6% de la superficie total, este tipo de vegetación se ubica entre los 350 y 1200 m de elevación, en manchones discontinuos en laderas protegidas de la insolación y en cañadas. Clima cálido subhúmedo, lluvias en verano, temperaturas medias anuales entre 23 y 26 °C, libre de heladas y precipitación de 900 a 1300 mm, con 5 a 6 meses secos.

Son bosques densos en las que la mitad o más de sus componentes permanecen con follaje durante todo el año. Presentan dos estratos arbóreos, de 15 a 30 m de alto. Entre sus elementos característicos están los chalates o tescalamas/es (*Ficus* spp.), pochote (*Ceiba acuminata*), palo mulato (*Bursera simaruba*), cedro (*Cedrela odorata*), tapaco (*Stemmadenia tomentosa*), apomo/capomo/ramón (*Brosimum alicastrum*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*). En un estrato más bajo destacan *Cochlospermum vitifolium*, *Agonandra racemosa*, *Eugenia* sp., cepillo (*Combretum farinosum*), *Cupania dentata*, guamúchil (*Pithecellobium dulce*), arellane/arrellán (*Psidium sartorianum*), haba (*Hura polyandra*), zapote blanco (*Casimiroa edulis*), ortiguilla (*Urera baccifera*), cumbro (*Celtis iguanaea*), tatachinole (*Tournefortia hartwegiana*) y *Thouinidium decandrum* (González Elizondo et al., 2007).

Entre los elementos del bosque tropical subcaducifolio y caducifolio para Sonora Van Devender et al. (2010) mencionan al palo barril (*Cochlospermum vitifolium*), palo joso (*Conzattia multiflora*), sahuira (*Stenocereus montanus*) y tampiserán

(*Platymiscium trifoliatum*), los cuales alcanzan su límite boreal en el sur de Sonora, así como al aguacate de dos hojas (*Dendropanax arboreus*) que en Sonora sólo se encuentra en el tropical subcaducifolio.

Usos del suelo:

Agricultura de Temporal.- Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, independientemente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales; o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esta actividad por lo menos en el 80 % de los años de un periodo dado. Algunas superficies son sembradas de manera homogénea por un cultivo o más de dos, o pueden estar combinados con pastizales o agricultura de riego, en un mosaico complejo difícil de separar, pero siempre con la dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Pastizal cultivado.- Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo.

Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum máximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

IV.2.2.2.1.2.- Identificación de las especies presentes en el tipo de vegetación por afectar en el SA.

El análisis de la vegetación se basó en el tipo de vegetación que será removido a consecuencia del Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales del proyecto, es decir: el esfuerzo de muestreo de 10 sitios de 1,000 m², se concertó en áreas con tipo de vegetación selva baja caducifolia 5 de ellos y en la selva mediana subcaducifolia los otros 5, con un total, como se mencionó de 10 puntos de muestreo de dimensiones de 1,000 m² (con una superficie total de 10,000 metros cuadrados), para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la lista roja de las especies de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2007).

Número total de sitios muestreados

Se realizó un muestreo de la superficie total del Sistema Ambiental, donde el cálculo del tamaño de la muestra es una de las decisiones más importantes a adoptar en la planificación del inventario forestal, puesto que determina la precisión y valor de los resultados, así como el tiempo y costos requeridos.

Generalmente es conveniente tener un balance eficiente entre precisión y costo. Uno de los factores clave para determinar el tamaño de la muestra es la variabilidad de la población a inventariar. Poblaciones con alta variabilidad requieren de más parcelas para obtener un determinado nivel de precisión, mientras que poblaciones con baja variabilidad requieren de menos parcelas de muestreo. De no disponerse de tales informaciones, es conveniente realizar un premuestreo o muestreo piloto cuyo objetivo principal sería determinar la variabilidad del bosque a inventariar.

Para calcular **n = tamaño de muestra** en este caso, como en todo el inventario los valores conocidos para la realización de un premuestreo aleatorio son:

Para esto se realiza un muestreo piloto o premuestreo, para así conocer una medida de la variabilidad. Con los valores de los 10 sitios al azar se efectuarán los primeros cálculos.

t = de las tablas de **t** de Student; generalmente se usa una de **0.05**, para tener un **95%** de confiabilidad.

N = Número total de unidades de la población (17564 sitios).

n = preliminar igual 10 sitios (premuestreo aleatorio)

Se tomó la consideración de utilizar un método de muestreo extensivo por las características del área sujeta a cambio de uso del suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera irregular en toda el área.

Con el propósito de obtener una muestra representativa de los individuos a muestrear, se utilizó un inventario de muestreo que se basa en una cuadrícula con inicio aleatorio, con el fin de obtener resultados confiables y poder generalizar los resultados obtenidos a toda la población, logrando optimizar recursos, utilizando el SISTEMA DE MUESTREO SIMPLE ALEATORIO.

Para el polígono del predio donde se ubicará el proyecto se realizó un muestreo simple aleatorio, utilizando un premuestreo al azar de 10 sitios y a partir de este poder determinar el tamaño de muestra mediante la fórmula:

Fórmula Tamaño de Muestra:

$$n = \frac{S_y^2}{\frac{B_\mu^2}{t^2} + \frac{S_y^2}{N}}$$

Varianza:
$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1 - f]$$

Una vez, haber realizado el muestreo en los 10 sitios, se calculó el tamaño de muestra con una confiabilidad del 95%, para determinar el error de muestreo, utilizando el índice de Shannon-Wiener, usando este último, debido a que nos interesa la biodiversidad del proyecto.

Fórmula Tamaño de Muestra:

$$n = \frac{S_y^2}{\frac{B_{\mu}^2}{t^2} + \frac{S_y^2}{N}}$$

Varianza:
$$S_y^2 = \frac{S_y^2}{n} \left[\frac{N-n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right] = \frac{S_y^2}{n} [1 - f]$$

Tabla IV.45.- Determinación del índice de Shannon-Wiener para cada sitio de muestreo.

Sitio	índice Shannon winner
1	2.660
2	2.733
3	2.266
4	2.204
5	2.697
6	2.890
7	2.532
8	2.651
9	2.738
10	2.412

Tabla IV.46.- Tamaño de muestreo:

SUMA	25.783
MEDIA	2.5783
VAR	0.0049
N	17564
t (CONF. 95%)	2.2622

Tabla IV.47.- Determinación del Número de sitios (n)

1.- Número de sitios (n) =	10
2.- Población total (N) =	17564
Número de sitios total	
3.- Índice de Shannon-Wiener medio por sitio =	2.5783
5.- Estimación de la Varianza (1) =	0.0049
6.- Error Estándar $S_x = \sqrt{((S_x^2/N) * (1-(n/N)))}$ =	0.0489
7.- Error Estándar/Ha	0.0699
Valor de t (a un 95% de probabilidad)	2.2622
8.- Límite de confianza	Límite = Media – Error de muestreo = 2.4202 Límite = Media + Error de muestreo = 2.7364
El índice de Shannon-Wiener medio/ sitio estará entre	2.4202 2.7364
9.- Tamaño de muestra (n)	
	N = 17564
	Error = 0.1581
Resultado del tamaño de muestra que debe de realizar n =	4

POR LO QUE PODEMOS CONCLUIR QUE EL NÚMERO DE SITIOS DE MUESTREO LEVANTADOS SON MÁS QUE SUFICIENTES.

Se presentan las coordenadas en donde fueron levantados los sitios de muestreo de 1,000 m² cada uno:

Tabla IV.34.- Coordenadas de los sitios de muestreo del SA.

COORDENADAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL							
Coordenadas UTM WGS84 Zona 13							
SITIOS EN SELVA BAJA CADUCIFOLIA				SITIOS EN SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA			
Sitio	Nº	X	Y	Sitio	Nº	X	Y
1	1	353416.8	2631504.6	6	1	353910.0	2630085.5
	2	353416.8	2631454.6		2	353860.0	2630083.0
	3	353436.8	2631454.6		3	353861.0	2630063.0
	4	353436.9	2631504.7		4	353911.0	2630065.4
2	1	353663.4	2631282.7	7	1	353726.4	2630043.4
	2	353692.8	2631242.2		2	353726.4	2629993.4
	3	353709.0	2631254.0		3	353746.4	2629993.4
	4	353679.5	2631294.5		4	353746.5	2630043.5
3	1	354680.7	2630363.1	8	1	353686.4	2630043.5
	2	354680.6	2630313.1		2	353686.4	2629993.5
	3	354700.6	2630313.1		3	353706.4	2629993.4
	4	354700.7	2630363.2		4	353706.5	2630043.5

4	1	354770.7	2630261.4	9	1	353928.8	2630110.4
	2	354770.7	2630211.4		2	353928.7	2630060.4
	3	354790.7	2630211.3		3	353948.7	2630060.4
	4	354790.8	2630261.5		4	353948.8	2630110.5
5	1	353850.6	2629888.4	10	1	353898.0	2630395.0
	2	353850.6	2629838.4		2	353898.0	2630345.0
	3	353870.6	2629838.4		3	353918.0	2630345.0
	4	353870.7	2629888.5		4	353918.1	2630395.1

La selva baja caducifolia representa el 55.01% (9,661.1791 ha) y la selva mediana subcaducifolia el 6.69% de la superficie total del sistema ambiental, en estas comunidades se realizó el muestreo. Durante el trabajo de campo, se identificaron un total de 60 especies vegetales para el estrato arbóreo, 33 especies para el estrato arbustivo y 12 especies para el estrato herbáceo; de todas las especies la *Tabebuia palmeri*/T. *impetiginosa* y la *Albizia occidentalis*, se encuentran citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Amenazada, no endémica.

Tabla IV.35.- Especies arbóreas maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	Sin Categoría
2	Amapa blanca	<i>Cordia alliodora</i>	Sin Categoría
3	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Amenazada/No endémica
4	Apomo/Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Sin Categoría
5	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	Sin Categoría
6	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	Sin Categoría
7	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Sin Categoría
8	Bironche/Bicho	<i>Diphyssa puberulenta</i>	Sin Categoría
9	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	Amenazada/No endémica
10	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	Sin Categoría
11	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin Categoría
12	Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	Sin Categoría
13	Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	Sin Categoría
14	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	Sin Categoría
15	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	Sin Categoría
16	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	Sin Categoría
17	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	Sin Categoría
18	Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Sin Categoría
19	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	Sin Categoría
20	Cuilón	<i>Diphyssa occidentalis</i>	Sin Categoría
21	Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	Sin Categoría
22	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	Sin Categoría
23	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	Sin Categoría

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
24	Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	Sin Categoría
25	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sin Categoría
26	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	Sin Categoría
27	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	Sin Categoría
28	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Sin Categoría
29	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Sin Categoría
30	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Sin Categoría
31	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	Sin Categoría
32	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	Sin Categoría
33	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sin Categoría
34	Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	Sin Categoría
35	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	Sin Categoría
36	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	Sin Categoría
37	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sin Categoría
38	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	Sin Categoría
39	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin Categoría
40	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	Sin Categoría
41	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Sin Categoría
42	Perihuete	<i>Crataeva tapia</i>	Sin Categoría
43	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	Sin Categoría
44	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	Sin Categoría
45	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Sin Categoría
46	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	Sin Categoría
47	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	Sin Categoría
48	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	Sin Categoría
49	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	Sin Categoría
50	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Sin Categoría
51	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Sin Categoría
52	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	Sin Categoría
53	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	Sin Categoría
54	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Sin Categoría
55	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Sin Categoría
56	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	Sin Categoría

Tabla IV.36- Especies arbóreas no maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	Sin Categoría
2	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin Categoría
3	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	Sin Categoría
4	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	Sin Categoría

Tabla IV.37.- Especies arbustivas maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	Sin categoría
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	Sin categoría
3	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	Sin categoría
4	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Sin categoría
5	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	Sin categoría
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Sin categoría
7	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	Sin categoría
8	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	Sin categoría
9	Compio	<i>Entada polystachya</i>	Sin categoría
10	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	Sin categoría
11	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	Sin categoría
12	Garabato blanco	<i>Celtis iguanaea</i>	Sin categoría
13	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	Sin categoría
14	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	Sin categoría
15	Güirote blanco	<i>Acacia macracantha</i>	Sin categoría
16	Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	Sin categoría
17	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	Sin categoría
18	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Sin categoría
19	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Sin categoría
20	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Sin categoría
21	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sin categoría
22	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	Sin categoría
23	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	Sin categoría
24	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	Sin categoría
25	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	Sin categoría
26	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	Sin categoría
27	San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Sin categoría
28	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	Sin categoría
29	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	Sin categoría
30	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Sin categoría

Tabla IV.38.- Especies arbustivas no maderables identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sin categoría
2	Nopal/Tuna	<i>Opuntia puberula</i>	Sin categoría
3	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	Sin categoría

Tabla IV.39.- Especies del estrato herbáceo identificadas durante el muestreo

ID	Especie	nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Amenazada/No endémica
2	Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	Sin categoría
3	Garabato prieto	<i>Pisonia capitata</i>	Sin categoría
4	Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	Sin categoría
5	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Sin categoría
6	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sin categoría
7	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	Sin categoría
8	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sin categoría
9	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	Sin categoría
10	San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Sin categoría
11	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	Sin categoría

IV.2.2.2.1.3.- Determinación del valor de importancia de las especies

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite por luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de Cottam es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes.

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.* (1993) como:

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

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

Toda vez que la dominancia de una especie tiene relación directa con el espacio que ocupa sobre el terreno, dicho factor también se puede estimar directamente con los datos de cobertura de las especies. Se señala que la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Densidad, Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

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

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

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

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

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

IV.2.2.2.1.4. Resultados del valor de importancia de las especies para cada comunidad vegetal por afectar en el SA.

En este tipo de vegetación el estrato arbóreo presenta 60 especies distintas, de las cuales el Cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) es la que obtuvo el valor de importancia más alto con 38.48%, (de las especies con el I.V.I. más alto (arriba del 10%) representan 147.79%, que recae sobre 7 especies; 11 especies con un I.V.I. entre 5 y 10% representan un valor de 69.01% y el resto de especies (42 especies) representan el 83.20% (Tabla IV.40); en el caso del estrato arbustivo se obtuvo que la especie de Hierba del toro (*Dicliptera resupinata*), con un valor de 42.45% es la que registró el valor de importancia más alto en comparación con las especies que obtuvieron el valor más bajo con 1.38% (Tabla IV.41). Para el estrato herbáceo la especie Hierba del toro (*Dicliptera resupinata*) con el valor de importancia más alto (136.27%) y dos especies son las que se encuentran con 5.06% que obtuvieron el valor de importancia más bajo (Tabla IV.42). Con estos valores se conoce que las especies con el valor de importancia más alto son las más importantes ecológicamente para la comunidad vegetal, siendo las mejor adaptadas a las condiciones locales y por ende las de mayor presencia en este tipo de vegetación (en anexo 4, se presenta los cuadros del Sistema Ambiental).

Tabla IV.40.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbóreo en el SA.

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Alernillo/B rasilillo	Colubrina heteroneura	65016	0.64	2.44	0.14	3.21
Amapa blanca	<i>Cordia alliodora</i>	21672	0.21	0.49	0.09	0.79
Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	400932	3.93	2.44	2.30	8.66
Apomo/R amón	<i>Brosimum alicastrum</i>	21672	0.21	0.98	1.26	2.45
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	65016	0.64	0.98	0.75	2.36
Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	140868	1.38	0.98	0.15	2.51
Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	54180	0.53	0.98	0.42	1.92
Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	162540	1.59	2.44	1.35	5.39
Bironche/ Bicho	<i>Diphyssa puberulenta</i>	21672	0.21	0.98	0.02	1.21
Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	108360	1.06	0.98	1.58	3.62
Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	238392	2.34	3.41	1.14	6.89

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
 PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

Espece	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	747684	7.32	3.90	7.90	19.13
Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	97524	0.96	0.98	3.81	5.74
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1907136	18.68	4.88	14.92	38.48
Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	43344	0.42	0.49	0.12	1.03
Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	151704	1.49	2.93	0.90	5.31
Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	54180	0.53	1.46	0.27	2.26
Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	21672	0.21	0.98	0.22	1.41
Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	21672	0.21	0.98	0.04	1.23
Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	10836	0.11	0.49	0.29	0.88
Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	227556	2.23	2.93	0.47	5.63
Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	10836	0.11	0.49	0.02	0.62
Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	119196	1.17	0.49	0.53	2.18
Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	75852	0.74	1.95	0.15	2.84
Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	530964	5.20	3.90	1.01	10.11
Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	32508	0.32	0.98	0.24	1.53
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10836	0.11	0.49	0.03	0.62
Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	65016	0.64	0.98	0.20	1.82
Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	769356	7.54	4.88	14.91	27.32
Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	119196	1.17	0.98	0.63	2.77
Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	195048	1.91	2.93	1.83	6.67
Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	921060	9.02	4.39	12.26	25.67
Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	314244	3.08	2.93	7.85	13.85
Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	21672	0.21	0.98	0.05	1.23

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	32508	0.32	0.98	0.05	1.34
Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	119196	1.17	2.93	2.09	6.18
Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	86688	0.85	1.46	0.37	2.68
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	75852	0.74	2.44	3.21	6.39
Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	205884	2.02	3.41	1.13	6.57
Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	227556	2.23	2.93	0.43	5.59
Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	21672	0.21	0.98	0.51	1.70
Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	97524	0.96	1.46	0.28	2.70
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	119196	1.17	2.44	0.88	4.49
Perihuate	<i>Crataeva tapia</i>	10836	0.11	0.49	0.08	0.67
Periquillo/ Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	86688	0.85	1.46	0.58	2.90
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	10836	0.11	0.49	0.05	0.64
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	32508	0.32	0.98	1.24	2.53
Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	140868	1.38	0.49	1.97	3.84
Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	32508	0.32	0.49	0.79	1.59
Salate	<i>Ficus pertusa</i>	10836	0.11	0.49	0.57	1.16
Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	21672	0.21	0.49	0.09	0.79
Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	606816	5.94	3.41	3.87	13.23
Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	108360	1.06	1.95	0.67	3.68
Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	162540	1.59	1.46	0.17	3.23
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	43344	0.42	0.98	1.61	3.01

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	21672	0.21	0.49	0.19	0.89
Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	43344	0.42	1.46	0.79	2.68
Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	86688	0.85	1.46	0.44	2.76
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	10836	0.11	0.49	0.06	0.65
Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	21672	0.21	0.49	0.06	0.76
	TOTAL	10207512	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.41.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato arbustivo en el SA.

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	108360	0.18	1.16	0.34	1.68
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	216720	0.35	1.16	0.68	2.20
Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	650160	1.05	2.33	2.06	5.44
Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	975240	1.58	2.33	2.33	6.23
Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	1733760	2.81	3.49	2.63	8.93
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	433440	0.70	2.33	0.15	3.18
Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	1191960	1.93	3.49	1.41	6.83
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	2275560	3.68	4.65	16.97	25.30
Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	108360	0.18	1.16	0.04	1.38
Compio	<i>Entada polystachya</i>	2383920	3.86	5.81	7.24	16.92
Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	8777160	14.21	9.30	5.03	28.55
Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	1191960	1.93	1.16	1.68	4.77
Garabato blanco	<i>Celtis iguanaea</i>	108360	0.18	1.16	0.34	1.68
Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	4442760	7.19	6.98	5.03	19.20

Espece	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	108360	0.18	1.16	0.04	1.38
Güirote blanco	<i>Acacia macracantha</i>	1083600	1.75	1.16	1.52	4.44
Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	19179720	31.05	4.65	6.75	42.45
Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	433440	0.70	2.33	0.15	3.18
Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	758520	1.23	2.33	0.38	3.94
Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	216720	0.35	1.16	0.68	2.20
Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	1842120	2.98	3.49	2.10	8.57
Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	3792600	6.14	8.14	6.98	21.26
Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	1191960	1.93	2.33	0.53	4.79
Nopal/Tuna	<i>Opuntia puberula</i>	433440	0.70	2.33	1.07	4.10
Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	216720	0.35	2.33	0.68	3.36
Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	2383920	3.86	6.98	6.79	17.62
Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	108360	0.18	1.16	0.04	1.38
Sacamante ca	<i>Solanum ferrugineum</i>	325080	0.53	3.49	0.46	4.47
San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	866880	1.40	3.49	2.14	7.03
Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	108360	0.18	1.16	0.04	1.38
Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	1191960	1.93	2.33	0.72	4.98
Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	325080	0.53	1.16	0.12	1.81
Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	2600640	4.21	2.33	22.87	29.41
	TOTAL	61765200	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV.42.- Cálculo de valor de importancia relativa para el estrato herbáceo en el SA.

Espece	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	2709000	0.42	4.00	3.21	7.63

Especie	Nombre científico	n	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	I.V.I. %
Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	92106000	14.29	20.00	9.62	43.90
Garabato prieto	<i>Pisonia capitata</i>	2709000	0.42	4.00	0.64	5.06
Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	390096000	60.50	20.00	55.77	136.27
Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	5418000	0.84	4.00	0.64	5.48
Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	8127000	1.26	4.00	0.64	5.90
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	2709000	0.42	4.00	0.64	5.06
Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	92106000	14.29	20.00	10.90	45.18
Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	8127000	1.26	4.00	5.13	10.39
San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	10836000	1.68	8.00	5.13	14.81
Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	2709000	0.42	4.00	1.92	6.34
	TOTAL	644742000	100.00	100.000	100.00	300.00

IV.2.2.1.5.- Abundancia relativa e Índice de riqueza (Shannon)

Un índice de diversidad, se calcula mediante ecuaciones matemáticas que tienen la finalidad de proporcionar información sobre la composición de una comunidad; así como la abundancia relativa y la riqueza de especies, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta; estos índices a su vez pueden ser tomados como referentes a las condiciones de la comunidad, basándose en su diversidad, ya que esta última se puede ver afectada por las perturbaciones que sufre el medio.

Existen diversos índices para cuantificar la biodiversidad, siendo uno de los más utilizados es el índice de Shannon-Wiener, también conocido como el índice de Shannon derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- 5 condiciones optimas / diversidad muy alta.
- 4 muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4 buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3 estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2 pobre con perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1 mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde: H = Índice de diversidad de Shannon.
 p_i = Abundancia relativa de especies.

$$H' \text{ max} = \log S$$

Donde S = número de especies de la población.

IV.2.2.2.1.5.1.- Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia presente en el SA.

Se realizó la estimación de los indicadores en conjunto para cada uno de los estratos de la selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia, lo cual nos dio que para el estrato arbóreo se obtuvo un valor para el Índice de Shannon de 3.2612, y una $H_{\max}$ = 4.0944, con lo que se determina que se trata de un estrato heterogéneo y con una diversidad media-alta de acuerdo con Shannon, cuya riqueza es de 60 especies, se puede inferir que el ecosistema se encuentra en buen estado (Tabla IV.43).

El estrato arbustivo se encuentra aparentemente heterogéneo ya que para el Índice de Shannon obtuvo un valor de 2.6013 y de $H_{\max}$ = 3.4964 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 33 especies (Tabla IV.44).

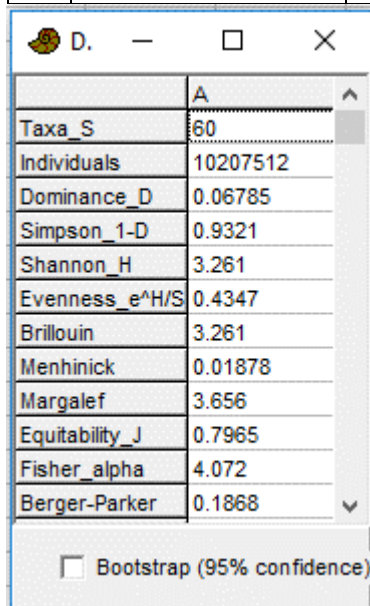
Por último, el estrato herbáceo, se trata de un estrato tendiente a la heterogeneidad con un valor para el índice de Shannon de 1.3042 y una $H_{\max}$ = 2.4847, que son valores considerablemente distantes, con una diversidad baja de acuerdo con Shannon y una riqueza de 12 especies (Tabla IV.45).

Tabla IV.43.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo

Nº	Especie	Nombre científico	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	$LN p(i)$	$p(i)*LN p(i)$
1	Alernillo/Brasilillo	Colubrina heteroneura	65016	0.0064	-5.0562	-0.0322
2	Amapa blanca	<i>Cordia alliodora</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
3	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	400932	0.0393	-3.2371	-0.1271
4	Apomo/Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
5	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	65016	0.0064	-5.0562	-0.0322
6	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	140868	0.0138	-4.2831	-0.0591
7	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	54180	0.0053	-5.2386	-0.0278
8	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	162540	0.0159	-4.1400	-0.0659
9	Bironche/Bicho	<i>Diphysa puberulenta</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
10	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	108360	0.0106	-4.5454	-0.0483
11	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	238392	0.0234	-3.7570	-0.0877
12	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	747684	0.0732	-2.6139	-0.1915
13	Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	97524	0.0096	-4.6508	-0.0444
14	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1907136	0.1868	-1.6775	-0.3134
15	Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	43344	0.0042	-5.4617	-0.0232
16	Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	151704	0.0149	-4.2089	-0.0626

N°	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
17	Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	54180	0.0053	-5.2386	-0.0278
18	Copalquín	<i>Couterea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
19	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
20	Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
21	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	227556	0.0223	-3.8035	-0.0848
22	Cuilón	<i>Diphysa occidentalis</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
23	Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	119196	0.0117	-4.4501	-0.0520
24	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	75852	0.0074	-4.9021	-0.0364
25	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	530964	0.0520	-2.9562	-0.1538
26	Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	32508	0.0032	-5.7494	-0.0183
27	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
28	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	65016	0.0064	-5.0562	-0.0322
29	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	769356	0.0754	-2.5853	-0.1949
30	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	119196	0.0117	-4.4501	-0.0520
31	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	195048	0.0191	-3.9576	-0.0756
32	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	921060	0.0902	-2.4054	-0.2170
33	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	314244	0.0308	-3.4807	-0.1072
34	Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
35	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	32508	0.0032	-5.7494	-0.0183
36	Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	119196	0.0117	-4.4501	-0.0520
37	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	86688	0.0085	-4.7686	-0.0405
38	Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	75852	0.0074	-4.9021	-0.0364
39	Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	205884	0.0202	-3.9036	-0.0787
40	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	227556	0.0223	-3.8035	-0.0848
41	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
42	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	97524	0.0096	-4.6508	-0.0444
43	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	119196	0.0117	-4.4501	-0.0520
44	Perihuete	<i>Crataeva tapia</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
45	Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	86688	0.0085	-4.7686	-0.0405
46	Pitahaya	<i>Stenocereus thurberii</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
47	Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	32508	0.0032	-5.7494	-0.0183
48	Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	140868	0.0138	-4.2831	-0.0591
49	Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	32508	0.0032	-5.7494	-0.0183
50	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
51	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
52	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	606816	0.0594	-2.8227	-0.1678
53	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	108360	0.0106	-4.5454	-0.0483
54	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	162540	0.0159	-4.1400	-0.0659
55	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	43344	0.0042	-5.4617	-0.0232
56	Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
57	Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	43344	0.0042	-5.4617	-0.0232
58	Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	86688	0.0085	-4.7686	-0.0405
59	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	10836	0.0011	-6.8480	-0.0073
60	Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	21672	0.0021	-6.1549	-0.0131
		Total	10207512	1.0000	I. Shannon	3.2612
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				4.0944
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.7965



	A
Taxa_S	60
Individuals	10207512
Dominance_D	0.06785
Simpson_1-D	0.9321
Shannon_H	3.261
Evenness_e^H/S	0.4347
Brillouin	3.261
Menhinick	0.01878
Margalef	3.656
Equitability_J	0.7965
Fisher_alpha	4.072
Berger-Parker	0.1868

☐ Bootstrap (95% confidence)

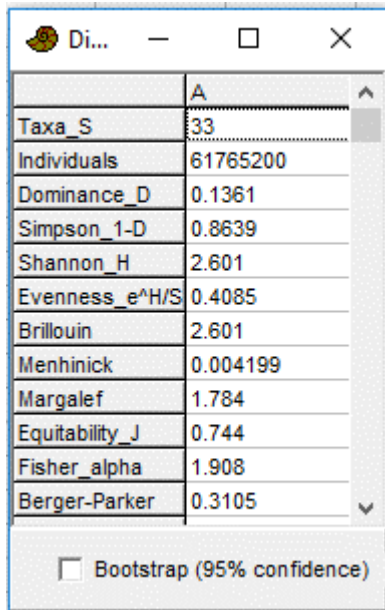
Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software⁵.

Tabla IV.44.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo

Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	216720	0.0035	-5.6525	-0.0198
3	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	650160	0.0105	-4.5539	-0.0479

⁵ Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paeontological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaentologia Electronica 4(1):9 pp.

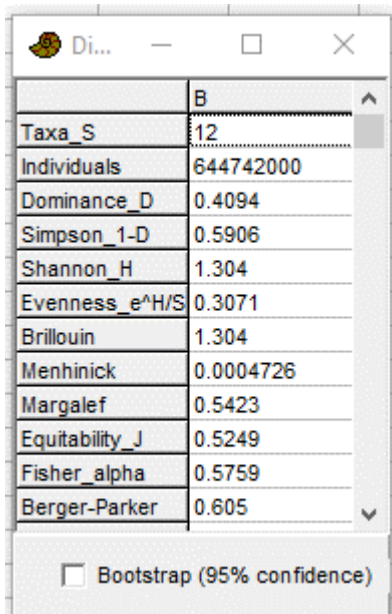
Nº	Especie	Nombre científico	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
4	Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	975240	0.0158	-4.1484	-0.0655
5	Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	1733760	0.0281	-3.5730	-0.1003
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	433440	0.0070	-4.9593	-0.0348
7	Cagada de gato	<i>Senna fruticosa</i>	1191960	0.0193	-3.9477	-0.0762
8	Cardón	<i>Pachycereus pecten- aboriginum</i>	2275560	0.0368	-3.3011	-0.1216
9	Chan	<i>Hyptis suaveolens</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
10	Compio	<i>Entada polystachya</i>	2383920	0.0386	-3.2546	-0.1256
11	Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	8777160	0.1421	-1.9512	-0.2773
12	Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	1191960	0.0193	-3.9477	-0.0762
13	Garabato blanco	<i>Celtis iguanaea</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
14	Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	4442760	0.0719	-2.6321	-0.1893
15	Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
16	Güirote blanco	<i>Acacia macracantha</i>	1083600	0.0175	-4.0431	-0.0709
17	Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	1.9E+07	0.3105	-1.1695	-0.3632
18	Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	433440	0.0070	-4.9593	-0.0348
19	Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	758520	0.0123	-4.3997	-0.0540
20	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	216720	0.0035	-5.6525	-0.0198
21	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	1842120	0.0298	-3.5124	-0.1048
22	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	3792600	0.0614	-2.7903	-0.1713
23	Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	1191960	0.0193	-3.9477	-0.0762
24	Nopal/Tuna	<i>Opuntia puberula</i>	433440	0.0070	-4.9593	-0.0348
25	Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	216720	0.0035	-5.6525	-0.0198
26	Papache	<i>Randia echinocarpa</i>	2383920	0.0386	-3.2546	-0.1256
27	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
28	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	325080	0.0053	-5.2470	-0.0276
29	San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	866880	0.0140	-4.2662	-0.0599
30	Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	108360	0.0018	-6.3456	-0.0111
31	Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	1191960	0.0193	-3.9477	-0.0762
32	Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	325080	0.0053	-5.2470	-0.0276
33	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	2600640	0.0421	-3.1676	-0.1334
		total	30553092	1.0000		2.8314
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				3.9511
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.7166



Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

Tabla IV.45.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo

Nº	Especie	Nombre científico	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	$\ln p(i)$	$p(i) \cdot \ln p(i)$
1	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	2709000	0.0042	-5.4723	-0.0230
2	Cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	92106000	0.1429	-1.9459	-0.2780
3	Garabato prieto	<i>Pisonia capitata</i>	2709000	0.0042	-5.4723	-0.0230
4	Hierba del toro	<i>Dicliptera resupinata</i>	390096000	0.6050	-0.5025	-0.3040
5	Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	5418000	0.0084	-4.7791	-0.0402
6	Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	8127000	0.0126	-4.3737	-0.0551
7	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	2709000	0.0042	-5.4723	-0.0230
8	Pelotazo	<i>Abutilon trisulcatum</i>	92106000	0.1429	-1.9459	-0.2780
9	Sacamanteca	<i>Solanum ferrugineum</i>	8127000	0.0126	-4.3737	-0.0551
10	San Juan	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	10836000	0.0168	-4.0860	-0.0687
11	Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	2709000	0.0042	-5.4723	-0.0230
12	Zacate plumilla	<i>Leptochloa filiformis</i>	27090000	0.0420	-3.1697	-0.1332
		total	644742000	1.0000		1.3042
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				2.4847
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.5249



	B
Taxa_S	12
Individuals	644742000
Dominance_D	0.4094
Simpson_1-D	0.5906
Shannon_H	1.304
Evenness_e^H/S	0.3071
Brillouin	1.304
Menhinick	0.0004726
Margalef	0.5423
Equitability_J	0.5249
Fisher_alpha	0.5759
Berger-Parker	0.605

☐ Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software.

IV.2.2.2.2.- Identificación y determinación del estado de la fauna área del predio y en el SA

INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre contribuye en gran parte a la diversidad biológica y al patrimonio natural de países y regiones. Asimismo, constituye un componente esencial en la estructura y dinámica de los ecosistemas, cumpliendo múltiples funciones en su flujo de energía y reciclaje de nutrientes e información. Ofrece también un valioso recurso natural renovable para la humanidad al proveerla de alimentos, pieles, compañía, recreación y valores culturales y escénicos. La fauna silvestre fue esencial en la alimentación proteínica de nuestros ancestros –cazadores y colectores– por miles de generaciones, y aún en la actualidad muchas comunidades tradicionales de nuestras selvas y sabanas se abastecen principalmente de la carne de cacería. Estas comunidades, dispersas en ambientes poco alterados, pueden vivir en armonía con su medio utilizando sus recursos sin agotarlos (Guerra, R. M *et. al.* 2010).

San Ignacio, es el cuarto municipio más extenso de la entidad, cuenta con una gran diversidad de bosque, selva seca, matorral espinoso, manglares y arrecifes rocosos. Su punto más elevado es de 2,800 mts. sobre el nivel del mar, donde nace el río Piaxtla, recorre 50 Kms., hasta la sierra del mismo nombre donde se encuentra la Meseta de Cacaxtla, área natural protegida, con 50,000 hectáreas.

Es una de las principales zonas con presencia de mamíferos, reptiles y aves, de las cuales, 150 especies se pueden observar todo el año. En las copas de los árboles se puede observar la chara azul, calandria, cotorro, tecolote enano, el cuervo sinaloense, urraca hermosa cara negra, la cuichi o chachalaca. Oculto en las madrigueras, el ratón sinaloense evita el acecho de la falsa coralillo, víbora sorda, y de cascabel. Esta zona se denomina el último corredor natural del jaguar, puma ocelote, jaguarundi, la onza, venado, conejo, zorra gris, puerco jabalí, iguanas, entre otros. Su flora es rica en guayacan, listoncillo, palo blanco, ébano, amapa prieta, amarilla, blanca, palo rosa, hasta llegar a la playa llena de mangle blanco, y la zona arqueología las labradas.

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es el tercer país más mega diverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas (Zamorano de Haro 2009).

FAUNA

Entre los principales impactos que los caminos ejercen en la biodiversidad figuran la fragmentación de los hábitats; la reducción de zonas forestales por la construcción de carreteras que crean daños ambientales considerables por el alto valor que tienen las especies de estos ecosistemas para absorber gases de efecto invernadero (GEI); el papel que desempeñan las carreteras son también un vector para facilitar la dispersión de especies no autóctonas e invasoras; la mortalidad de especies por atropellamiento, junto con impactos al suelo y los recursos hídricos. Por la fragmentación que causan en los ecosistemas, las carreteras generan dos importantes impactos ambientales: el efecto barrera y el efecto de borde. El efecto barrera se genera cuando se limita la movilidad de las especies de un punto a otro del ecosistema fragmentado, debido al obstáculo físico que representa una carretera ya construida. Además, el efecto barrera tiene importantes repercusiones en la reproducción y en las cadenas alimenticias. Por otro lado, el efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado, y por lo tanto las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante cambian. La mortalidad de especies puede deberse directamente al atropellamiento de la fauna durante la construcción de la carretera, que suele ser de tipo accidental o que su muerte esté asociada al estrés o ingesta de algún residuo sólido que se haya generado por el personal que labora en la obra. Otras muertes de animales obedecen precisamente al efecto barrera, cuando las especies de fauna por algún motivo natural tienen necesidad de cruzar la carretera, y por tratarse de especies más vulnerables suelen ser víctimas de atropellamiento, por lo que frecuentemente en las carreteras se observan cuerpos de animales muertos (Sánchez, J. I et. al. 2013).

La conservación de la naturaleza es, fundamental para mantener y propiciar el desarrollo económico, el bienestar social y la estabilidad de cualquier país. Una condición esencial para hacer un uso adecuado de los recursos naturales y conservar la diversidad biológica de México. Cuando un árbol enferma o muere, su madera es debilitada por humedad, hongos y bacterias, dando inicio a una larga trayectoria de servicios a numerosas especies que lo utilizan. Frecuentemente, los pájaros carpinteros horadan su nido en el tronco. Tiempo después, estos huecos son utilizados por otras aves que anidan en cavidades, como los trepatroncos. Algunas especies de murciélagos también los utilizan como refugio; y lagartijas, escarabajos, arañas y caracoles se guarecen en ellos, aprovechando las frescas temperaturas y la humedad ambiental de su interior. Posteriormente algunas ardillas usan el hueco para construir su nido y, conforme éste se va agrandando, incluso puede ser usado por algún mapache. Estos árboles huecos, vivos o muertos, son fundamentales para muchas especies animales como refugio y percha, si bien a nuestros ojos parecerían romper la armonía del bosque.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA:

Referenciar puntos de muestreo; inicialmente se deben establecer las rutas de muestreo haciendo recorridos previos a los conteos para ubicar los transectos a seguir durante los recorridos. Para cada recorrido se deberá de marcar el punto de inicio de la ruta y el punto final de la misma. Cada ruta por separado.

MÉTODO DE MUESTREO:

Para determinar la presencia y abundancia se realizan recorridos o transectos ubicados o georreferenciados, tal método se denomina: puntos de conteo sin repetición en muestreos sucesivos (los conteos sin repetición en muestreos sucesivos se refiere a que solamente deberás de realizar ese muestreo una vez al mes en temporada, pero para la siguiente temporada, deberás de reproducir el muestreo exactamente el mismo sitio, solo en el mismo periodo de muestreo no debes de hacer más repeticiones), de manera que cada punto representa una unidad de muestreo independiente.

Formato de Campo; anexo (6).

DISEÑO DE MUESTREO DE AVES

Muestreo in situ; Los recorridos, iniciaron a partir de las 6:30 a.m. y se terminaron a las 11:00 a.m. ya que es el periodo de mayor actividad de las aves y en consecuencia se da una mayor detectabilidad. Adecuaciones; La persona encargada del monitoreo está familiarizado con las aves, ya que es vital el conocer los cantos de las especies que ahí habitan para determinar con mayor exactitud a el ave que se refiere (Ralph 1996).

Base de datos: Los datos son transcritos a una hoja de cálculo de Excel para “acomodar” de manera adecuada la información y facilitar el proceso de los análisis estadísticos.

Finalmente se realizó el conteo total de las especies en donde se encuentren ubicados los transectos y se contaron una a una en cada uno de los sitios, apoyándose con binoculares y telescopio, guías de campo y ropa adecuada para camuflaje con el hábitat.

Diseño estadístico; Para determinar la riqueza de especies, su abundancia y distribución, se utiliza el programa Excel. Todos los muestreos deberán de ser lo más cortos posibles, es decir, entre menos tiempo se tarde en obtener los datos de campo, serán mucho mejores probabilidades de obtener resultados más contundentes.

DISEÑO DE MUESTREO DE REPTILES

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Encuentro visual: Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo. Este método es empleado generalmente para determinar la abundancia relativa y riqueza de especies en un sitio determinado (Aguirre–León, 2009).

DISEÑO DE MUESTREO CON BASTONES HERPETOLÓGICOS

Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que, al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar (Gallina, S Y Iopez-Gonzales, 2011).

DISEÑO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS

Métodos directos

Los métodos directos son los conteos de los animales observados en un determinado recorrido. Para esto se deben seleccionar varios transectos de una misma distancia; por ejemplo 3 kilómetros de largo. Los transectos deben estar distribuidos idealmente

en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo. Cada recorrido debe hacerse de tal forma que el tiempo de observación invertido en cada transecto sea el mismo. También se debe escoger una distancia mínima de detección a cada lado del transecto, puede ser 30 metros, por ejemplo. En este caso al finalizar el recorrido se tendría el número de individuos observados en una distancia de 3 km por 60 m de ancho. En caso de escuchar un sonido característico mediante el cual se pueda identificar la especie, se toma nota de al menos un individuo escuchado, sin embargo, queda a consideración de la persona si puede discriminar el número de individuos mediante sonidos. Si las especies bajo monitoreo tienen hábitos nocturnos, se requiere realizar los conteos durante la noche. En caso que se conociera que una especie es más activa al atardecer o al amanecer, este debe ser el horario óptimo para realizar los conteos, pues así habría una mayor probabilidad de detección de los individuos. Por el contrario, si las especies seleccionadas son diurnas, los conteos para el monitoreo deben ser realizados de día.

Métodos indirectos

Los métodos indirectos se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su ambiente. Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excrementos, trillos, marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por depredador), y olores. Para el conteo de rastros se deben también establecer varios transectos fijos de igual longitud, los cuales deben recorrerse en forma sistemática cada cierto tiempo e idealmente durante un mismo horario. Los rastros contabilizados deben permitir la identificación precisa de la especie que los dejó (Arévalo, 2001).

DISEÑO DE MUESTREO CON CÁMARAS TRAMPA

Las trampas cámara ofrecen algunas ventajas bien definidas sobre otros métodos para examinar aves y mamíferos terrestres. El método no es invasivo en el sentido que una foto no representa una forma de hostigamiento para la fauna silvestre. Las trampas cámaras funcionan a falta de humanos, no hay prejuicio del observador, o respuesta de animales para los humanos. Hay una posibilidad que el uso de un destello puede afectar el comportamiento de animales nocturnos. La cámara trampa puede funcionar por períodos de tiempo prolongados en sitios remotos, lo cual los hace especialmente útiles como una herramienta de muestreo. Pueden estar activadas durante las 24 h del día, lo cual permite que la misma técnica pueda ser destinada para el muestreo diurno y nocturno. Finalmente, proveen un registro inequívoco de las especies, la fecha y el tiempo de detección. Puede especialmente ser útil para estimar riqueza de especies en un sitio en particular, especialmente cuando las oportunidades para otras formas de muestreo están limitadas. Aunque ninguna especie nueva ha sido descubierta usando las trampas cámara, se han realizado un número de redescubrimientos significativos y registros nuevos para mamíferos y aves (O'Connell 2011).

Metodología cámaras trampa

Una cámara trampa es un dispositivo que se coloca en el campo con el fin de fotografiar animales que caminan frente a ella gracias a que estas se activan por medio de sensores que tienen incorporados. Esta técnica provee muchas ventajas ya que permite obtener datos (fotos, videos y audios) durante varios días consecutivos sin que el investigador esté presente en la zona. Lo anterior representa la obtención de información que difícilmente sería posible conseguir mediante avistamientos en campo o cualquier otro tipo de metodología existente en la actualidad.

Aparte de obtener resultados confiables, concretos y que pueden ser verificados por varios expertos, las cámaras trampa poseen la ventaja de ser una metodología no invasiva que por lo general no provoca ningún tipo de disturbio a los animales. El equipo puede operar de forma constante y silenciosa y provee información valiosa para la investigación, educación ambiental, administración de áreas y toma de decisiones; lo que las hace una herramienta muy efectiva y relativamente económica (Artavia-Rodríguez 2015).

Las cámaras se rotaron entre sitios cada mes para abarcar la mayor área posible. El esfuerzo de muestreo fue de 360 horas cámaras/noche. Las cámaras se ubicaron a diferentes alturas sobre el suelo: entre 60 y 150 cm, estas últimas ubicadas horizontalmente para fotografiar la parte dorsal de los individuos. Las cámaras se dispusieron tanto en senderos como al interior del bosque. Los sitios en donde estaban las cámaras fueron cebados semanalmente con sardina dentro de recipientes de aluminio o esporádicamente con fruta, carne, arroz, avena y cebo con el fin de atraer varias especies de acuerdo con Liévano- Latorre y López- Arévalo (2015).

MUESTREO CON TRAMPAS SHERMAN

Trampas Sherman Son trampas en forma de caja rectangular que capturan al animal sin lastimarlo, tienen entradas en ambos extremos, dentro de la trampa se encuentra una plataforma que al ser presionada por el peso del animal activa el dispositivo que cierra las entradas. Pueden ser de varios materiales, de madera, aluminio, alambre o plástico. Los tamaños de las trampas son variados y estas son plegables (Abondano-Almeida, 2009)

Este tipo de muestreo está dirigido a pequeños mamíferos no voladores, menores a 150 g, de acuerdo con Sánchez et al., (2004). Se realizaron 7 muestreos en los polígonos instalándose (70 trampas) y fuera de él se realizó la misma operación las medidas de 23 x 7,5 x 9 cm, que se dejaron activas durante cinco noches, para un esfuerzo de muestreo de trampas/noche. El esfuerzo de muestreo aplicado en las trampas Sherman, se calculó con el número de trampas colocadas en cada sitio por los días de muestreo (trampas/noche).

Las trampas se revisaron y cebaron en horas de la mañana. El cebo consistió en grasa de cerdo, mezclada con maní molido y avena, y esporádicamente se utilizó fruta. Cada una de las especies capturadas se asignó a un gremio trófico, siguiendo a Iñiguez-Dávalos y Santana-Castellón (2004) y se fotografiaron los individuos.

MUESTREO CON REDES DE NIEBLA

Las redes ornitológicas, también conocidas como redes de niebla, redes japonesas o redes de captura, han sido utilizadas para la captura de aves durante años y se han convertido en herramientas efectivas para el monitoreo de poblaciones. En diferentes estudios, se han usado redes de diferente tamaño (6, 9, 12 y 18 m) para la captura de aves, pero en general se prefieren las de 12 m de largo por 2.5 m de alto. Dado que la eficiencia de captura para aves de diferente tamaño varía con el tamaño de la malla de la red, es importante, en el caso de estudios a largo plazo, usar el mismo tamaño de malla sistemáticamente. Por lo general se usan redes de color negro con malla de 30 o 36 mm para passeriformes pequeños a medianos. Las redes pueden colocarse entre dos postes verticales de 3 a 4 m. Cada poste puede ser de una sola pieza, pero lo mejor es que cada poste este formado por tramos de 1 m como máximo, para su fácil transporte. Los postes deben asegurarse con cuerdas de material fuerte y resistente. Estas cuerdas de soporte (por ejemplo, cordón para cortinas) pueden atarse a la base de los arbustos disponibles o a estacas enterradas en el suelo. Por ejemplo, las estacas usadas para fijar las casas de campaña, funcionan muy bien. Los postes pueden ser de aluminio, metal, cobre, PVC, o se pueden usar postes de bambú o de otro material vegetal. Antes de colocar la red, debe limpiarse la vegetación de una franja de 1 a 2 m de ancho a todo lo largo de la red, con un machete, para evitar que se enrede en la vegetación. Cuando esté colocando la red, evite también en la medida de lo posible el uso de objetos personales en donde la red se pueda enredar como relojes, botones, gorras, entre otros (Gallina, S Y lopez-Gonzales, 2011).

En las redes de niebla, se calculó, a partir del número de metros lineales (m) de red por las horas (h) que estas permanecieron abiertas (Llaven-Macias, 2013).

LISTA DE FAUNA QUE SE DISTRIBUYE DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Aves dentro del predio

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela	2	7.0467
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	2	7.0467
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	2	7.0467

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra	1	4.6807
<i>Caracara cheryway</i>	Caracara	2	7.0467
<i>Cathartes aura</i>	Aura	1	4.6808
<i>Corvus corax</i>	Cuervo ronco	2	7.0467
<i>Culumbina inca</i>	Tortolita pechipunteada	2	7.0467
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja	1	4.6808
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí latirrostro	2	7.0467
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	1	4.6808
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	1	4.6808
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	2	7.6949
<i>Icteria virens</i>	Chipe	1	4.6808
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero nuca dorada	1	4.6808
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	1	4.6808
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	1	4.6808
<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle aliblanco	2	7.0467
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca pacífica	1	4.6808
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín obscuro	2	7.0467
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	1	4.6808
<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	2	7.0467
<i>Pheuticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	2	7.0467
<i>Pirocephalus rubinus</i>	Cardenalito	1	4.6808
<i>Picoides scalaris</i>	Carpinterillo mexicano	2	7.0467
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	4.6808
<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	2	7.0467
<i>Sporophyla torquelo</i>	Semillerito collarejo	1	4.6808
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	2	7.0467
<i>Trogon elegans</i>	Coa	1	4.6808
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal	2	7.0467
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gris	2	7.0467
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	92	102.2986
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrioleña	2	7.0467
			300

Mamíferos dentro del predio

Nombre científico	Nombre común	Cantidad	I.V.I (%)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	1	13.1667
<i>Balantopteryx plicata</i>	Murciélago	18	95.1667
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	26.0000
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	1	13.1667
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	2	20.1111
<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	1	13.1667
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	1	13.1667
<i>Nasua narica</i>	Coati	2	20.1111
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	13.1667
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	13.1667
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla roquera	2	20.1111
<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla arborícola	1	13.1667
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí	1	13.1667
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	1	13.1667
			300

Reptiles dentro del predio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Ameiva onduata</i>	Ameiva	2	50.6494
<i>Anolis nebulosa</i>	Anolis	2	50.6494
<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija	2	50.6494
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	1	32.4675
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo maztleco	1	32.4675
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	1	32.4675
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arborícola	2	50.6494
			300

LISTA DE FAUNA QUE SE DISTRIBUYE FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO**Aves fuera del predio**

AVES	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	3	1.8271
<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela	5	2.5366
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frenteblanca	11	4.4050
<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	11	4.1634
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	8	3.4422
<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	11	4.2488
<i>Ardea alba</i>	Garzon blanco	7	3.3399
<i>Ardea herodias</i>	Garzon cenizo	6	2.9335
<i>Attila spadiceus</i>	Atila	5	2.5366
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	7	3.1212
<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	13	4.8207
<i>Callipepla duoglasii</i>	Codorniz crestidorada	8	3.4255
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca hermosa carinegra	23	6.9755
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	3	1.8375
<i>Caracara cheryway</i>	Caracara común	6	2.8107
<i>Cathartes aura</i>	Aura	14	5.0034
<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador americano	5	2.6876
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco pico amarillo	9	3.6715
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	12	4.7259
<i>Corvus corax</i>	Cuervo ronco	6	2.8003
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervillo chihuahuense	24	7.2027
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	13	4.7032
<i>Crypturellus cinnameus</i>	Tinamú	4	2.2625
<i>Columbina inca</i>	Tortolita colilarga	18	5.8852
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechipunteada	13	4.7032
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja	10	3.9174
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí latirrosto	7	3.3399
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pichiñuila	8	3.4422
<i>Egretta cerulea</i>	Garcita azul	3	1.8375
<i>Egretta tula</i>	Garza dedos dorados	5	2.4793
<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquerito	4	2.1584

AVES	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	8	3.3589
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero	4	2.2625
<i>Fulica americana</i>	Gallineta	12	4.4552
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	26	9.2191
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos desertico	5	2.5366
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajeño	6	2.9335
<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo	3	1.8271
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	2	1.4124
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado	6	2.9335
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	11	4.4050
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	8	3.4422
<i>Icteria virens</i>	Breñero	5	2.5366
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos	2	1.4124
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	12	4.7779
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero nuca dorada	6	2.8107
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero pechileonado desértico	8	3.3589
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	3	1.8375
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	10	4.0215
<i>Mimus poliglottos</i>	Cenzontle aliblanco	6	2.9335
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo cabecirrojo	11	4.1634
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabecicafe	15	5.1473
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto	9	3.7943
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Abejero	5	2.5366
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	7	3.4857
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona clara	10	3.9174
<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca pacífica	12	4.4552
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	2	1.4124
<i>Passerina ciris</i>	Gorrión siete colores	6	2.9335
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	2	1.4124
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín obscuro	12	4.7259
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	17	5.8256
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	24	7.3610
<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	8	3.4422

AVES	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Pheuticus chrysopheplus</i>	Pico grueso amarillo	10	3.9070
<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo marron	4	2.1584
<i>Picoides escalaris</i>	Carpinterillo mexicano	4	2.1584
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara migratoria	8	3.4422
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	13	4.7032
<i>Poliophtila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	13	4.7032
<i>Saltator caerulescens</i>	Saltator	2	1.6832
<i>Sporophyla torquelo</i>	Semillerito collarejo	9	3.6329
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Troglodita sinaloense	8	3.4255
<i>Tityra semifasciatA</i>	Titira	7	3.1212
<i>Trigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	3	1.8375
<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita común	3	1.8375
<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	6	2.8107
<i>Trogon elegans</i>	Trogón colicobrizo (coa)	7	3.1795
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Zorzal	19	6.0666
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	4	2.1584
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	4	2.2625
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	51	12.9466
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrieleña	9	3.6329
			300

Mamíferos fuera del predio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	13	33.3348
<i>Artibeus irsutus</i>	Murciélago	11	29.8547
<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	15	36.9160
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	12.4641
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	4	14.8330
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	2	9.5672
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago	3	12.4641
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	4	14.8330
<i>Lyomis pictus</i>	Ratón espinoso	3	12.4641
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	3	12.4641

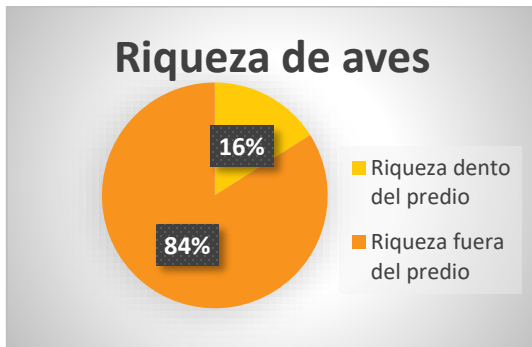
<i>Nasua narica</i>	Coatì	9	26.6779
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	9.5672
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	12.5651
<i>Sigmodon arizonae</i>	Ratón de caña	3	12.5651
<i>Peromyscus eremicus</i>	Raton de cactus	4	14.8330
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	3	12.5651
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari de collar	2	9.5672
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	3	12.4641
			300

Reptiles fuera del predio

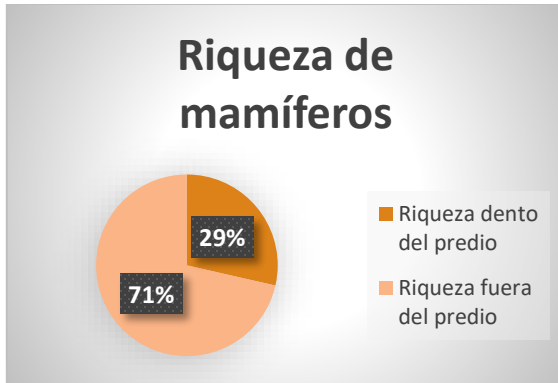
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD	I.V.I (%)
<i>Anolis nebulosa</i>	Anolis	3	10.9721
<i>Aspidoscelis costata</i>	Güico	5	15.3688
<i>Boa constrictor</i>	Boa	3	11.5009
<i>Craugastor pygmaeus</i>	Rana pigmea	5	15.3688
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	3	10.9721
<i>Drymarchon corais</i>	Reina negra	6	17.3615
<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Ranita verde	5	15.5842
<i>Hyla arenicolor</i>	Rana de árbol	3	11.5009
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	10	26.8665
<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	4	13.3761
<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapo maztleco	5	15.3688
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	4	14.4336
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	5	15.5842
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra bilineada	4	13.3761
<i>Oxybelis aeneus</i>	bejuquillo	5	15.3688
<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	Rana arborícola	7	19.3894
<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	4	13.3761
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija de clarki	5	15.3688
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga orejas rojas	4	13.2782
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija arborícola	5	15.5842
			300

Especies en la NOM-ECOL-059-2010

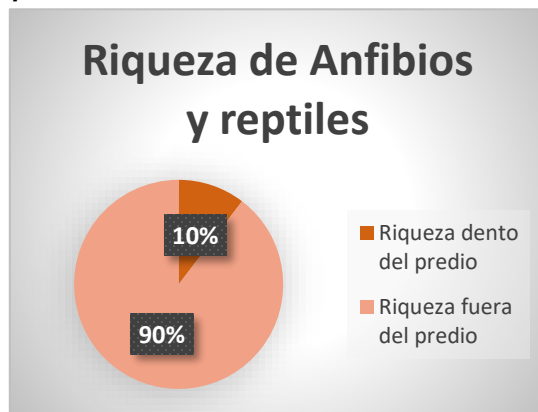
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	UBICACION
<i>Amazona finschi</i>	Loro coronilila occidental	P	Fuera del predio
<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	Pr	Fuera del predio
<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	P	Fuera del predio
<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	Pr	Fuera del predio
<i>Boa constrictor</i>	Boa	A	Fuera del Predio
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	Pr	Fuera del predio
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	A	Fuera del predio
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	Pr	Fuera del predio
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	Fuera del Predio
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	Pr	Fuera del Predio
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	Pr	Fuera del predio
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	Pr	Fuera del Predio

RIQUEZA DE ESPECIES:**Aves**

La riqueza específica dentro del predio es mucho menor con respecto a las especies de aves que ocurren fuera del mismo. Esto sin duda es debido a que la zona a sido constantemente impactada por las actividades antrópicas que cada vez hacen más presión a estos sitios debido a las actividades humanas

Mamíferos

Los mamíferos son las primeras especies en huir de las acciones humanas y el impacto ambiental. Debido a que en la zona se localizan varias comunidades que se asentaron en las márgenes de arroyos, la presión al hábitat a sido desde muchos años atrás y por consiguiente, la apertura de terrenos para la agricultura y ganadería diezmaron considerablemente la zona

Reptiles

Reptiles y anfibios son muy vulnerables a los cambios del ecosistema, la ganadería y agricultura para pastoreo principalmente han sido claves en la disminución cuantitativa de la fauna, la perturbación del sitio para ser comúnmente utilizado en la actividad ganadera y agrícola aunado a la perdida de agua, a mermado considerablemente la condición del hábitat y por consiguiente los predios con poca biodiversidad.

Resultados de la abundancia relativa e Índice de riqueza en cuanto a la Fauna en el SA.

Se realizó la estimación de los indicadores para cada uno de los grupos de especies de fauna presente, lo cual nos dio que para el grupo de las AVES se obtuvo un valor para el Índice de Shannon de 4.2949, y una $H_{max} = 4.3821$, con lo que se determina que se trata de un estrato heterogéneo y con una diversidad Alta de acuerdo con Shannon, cuya riqueza es de 80 especies.

Para el grupo de MAMIFEROS, no arroja que para el Índice de Shannon se obtuvo un valor de 2.9032 y de H máx= 2.9444 siendo valores distantes, con una diversidad media, reflejando una riqueza de 19 especies.

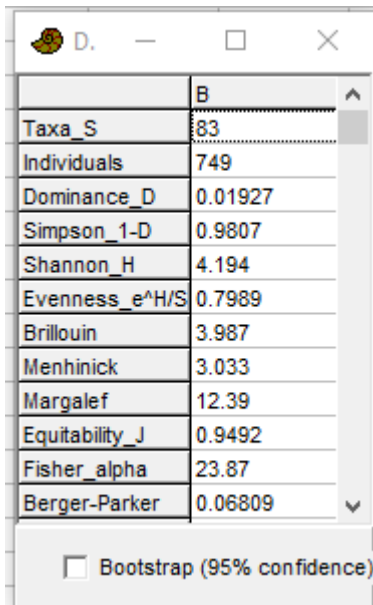
Por último, el grupo de los REPTILES Y ANFIBIOS, se trata de un grupo con un valor para el índice de Shannon de 2.7838 y una H máx= 2.8905, con una diversidad media de acuerdo con Shannon y una riqueza de 18 especies.

Tabla IV.48.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de AVES

Nº	Nombre científico	Especie	n	$p(i) = \frac{n}{N}$	$LN p(i)$	$p(i)*LN p(i)$
1	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
2	<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
3	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frenteblanca	11	0.0147	-4.2208	-0.0620
4	<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	11	0.0147	-4.2208	-0.0620
5	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
6	<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	11	0.0147	-4.2208	-0.0620
7	<i>Ardea alba</i>	Garzon blanco	7	0.0093	-4.6728	-0.0437
8	<i>Ardea herodias</i>	Garzon cenizo	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
9	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
10	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	7	0.0093	-4.6728	-0.0437
11	<i>Cacicus melanicterus</i>	Cacique	13	0.0174	-4.0538	-0.0704
12	<i>Callipepla duoglasii</i>	Codorniz crestidorada	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
13	<i>Calocitta coliei</i>	Urraca hermosa carinegra	23	0.0307	-3.4832	-0.1070
14	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
15	<i>Caracara cheryway</i>	Caracara común	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
16	<i>Cathartes aura</i>	Aura	14	0.0187	-3.9797	-0.0744
17	<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador americano	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
18	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco pico amarillo	9	0.0120	-4.4215	-0.0531
19	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	12	0.0160	-4.1338	-0.0662
20	<i>Corvus corax</i>	Cuervo ronco	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
21	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervillo chihuahuense	24	0.0320	-3.4407	-0.1102
22	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	13	0.0174	-4.0538	-0.0704
23	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
24	<i>Culumbina inca</i>	Tortolita colilarga	18	0.0240	-3.7284	-0.0896
25	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechipunteada	13	0.0174	-4.0538	-0.0704
26	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja	10	0.0134	-4.3162	-0.0576
27	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí latirrostro	7	0.0093	-4.6728	-0.0437

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
28	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pichihiula	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
29	<i>Egretta cerulea</i>	Garcita azul	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
30	<i>Egretta tula</i>	Garza dedos dorados	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
31	<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquerito	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
32	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquerito occidental	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
33	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
34	<i>Fulica americana</i>	Gallineta	12	0.0160	-4.1338	-0.0662
35	<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	26	0.0347	-3.3606	-0.1167
36	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos desertico	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
37	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajefío	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
38	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
39	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	2	0.0027	-5.9256	-0.0158
40	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
41	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero pustulado	11	0.0147	-4.2208	-0.0620
42	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
43	<i>Icteria virens</i>	Breñero	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
44	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos	2	0.0027	-5.9256	-0.0158
45	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	12	0.0160	-4.1338	-0.0662
46	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero nuca dorada	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
47	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero pechileonado desértico	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
48	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
49	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	10	0.0134	-4.3162	-0.0576
50	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle aliblanco	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
51	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo cabecirrojo	11	0.0147	-4.2208	-0.0620
52	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabecicafe	15	0.0200	-3.9107	-0.0783
53	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto	9	0.0120	-4.4215	-0.0531
54	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Abejero	5	0.0067	-5.0093	-0.0334
55	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	7	0.0093	-4.6728	-0.0437
56	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna corona clara	10	0.0134	-4.3162	-0.0576
57	<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca pacífica	12	0.0160	-4.1338	-0.0662
58	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	2	0.0027	-5.9256	-0.0158
59	<i>Passerina ciris</i>	Gorrión siete colores	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
60	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	2	0.0027	-5.9256	-0.0158
61	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín obscuro	12	0.0160	-4.1338	-0.0662
62	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	17	0.0227	-3.7855	-0.0859

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
63	<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	Cormorán oliváceo	24	0.0320	-3.4407	-0.1102
64	<i>Pheugopedius felix</i>	Troglodita feliz	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
65	<i>Pheuticus chrysopeplus</i>	Pico grueso amarillo	10	0.0134	-4.3162	-0.0576
66	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo marron	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
67	<i>Picoides escalaris</i>	Carpinterillo mexicano	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
68	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara migratoria	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
69	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	13	0.0174	-4.0538	-0.0704
70	<i>Poliophtila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	13	0.0174	-4.0538	-0.0704
71	<i>Saltator caeruleus</i>	Saltator	2	0.0027	-5.9256	-0.0158
72	<i>Sporophyla torquella</i>	Semillerito collarero	9	0.0120	-4.4215	-0.0531
73	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Troglodita sinaloense	8	0.0107	-4.5393	-0.0485
74	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira	7	0.0093	-4.6728	-0.0437
75	<i>Trigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
76	<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita común	3	0.0040	-5.5201	-0.0221
77	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon amarillo	6	0.0080	-4.8270	-0.0387
78	<i>Trogon elegans</i>	Trogón colicobrizo (coa)	7	0.0093	-4.6728	-0.0437
79	<i>Turdus rufopalliat</i>	Zorzal	19	0.0254	-3.6743	-0.0932
80	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
81	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	4	0.0053	-5.2324	-0.0279
82	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	51	0.0681	-2.6869	-0.1830
83	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma barrioleña	9	0.0120	-4.4215	-0.0531
		Total	749	1.0000	I. Shannon	4.4188
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				4.4188
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.9492



	B
Taxa_S	83
Individuals	749
Dominance_D	0.01927
Simpson_1-D	0.9807
Shannon_H	4.194
Evenness_e^H/S	0.7989
Brillouin	3.987
Menhinick	3.033
Margalef	12.39
Equitability_J	0.9492
Fisher_alpha	23.87
Berger-Parker	0.06809

☐ Bootstrap (95% confidence)

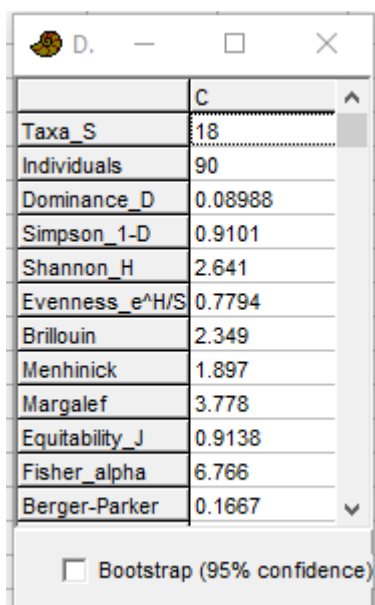
Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitabilidad_J. con software⁶.

Tabla IV.49.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de MAMIFEROS

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	13	0.1444	-1.9349	-0.2795
2	<i>Artibeus irsutus</i>	Murciélago	11	0.1222	-2.1019	-0.2569
3	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago	15	0.1667	-1.7918	-0.2986
4	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
5	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	4	0.0444	-3.1135	-0.1384
6	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	2	0.0222	-3.8067	-0.0846
7	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
8	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	4	0.0444	-3.1135	-0.1384
9	<i>Lyomis pictus</i>	Ratón espinoso	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
10	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
11	<i>Nasua narica</i>	Coati	9	0.1000	-2.3026	-0.2303
12	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	0.0222	-3.8067	-0.0846
13	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
14	<i>Sigmodon arizonae</i>	Ratón de caña	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
15	<i>Peromyscus eremicus</i>	Raton de cactus	4	0.0444	-3.1135	-0.1384
16	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
17	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecari de collar	2	0.0222	-3.8067	-0.0846

⁶ Hammer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica* 4(1):9 pp.

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
18	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	3	0.0333	-3.4012	-0.1134
		total	90	1.0000		2.6412
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				2.8903
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.9138



	C
Taxa_S	18
Individuals	90
Dominance_D	0.08988
Simpson_1-D	0.9101
Shannon_H	2.641
Evenness_e^H/S	0.7794
Brillouin	2.349
Menhinick	1.897
Margalef	3.778
Equitability_J	0.9138
Fisher_alpha	6.766
Berger-Parker	0.1667

☐ Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

Tabla IV.50.- Cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de REPTILES Y ANFIBIOS

N°	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	<i>Anolis nebulosa</i>	<i>Anolis</i>	3	0.0316	-3.4553	-0.1091
2	<i>Aspidoscelis costata</i>	<i>Güico</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
3	<i>Boa constrictor</i>	<i>Boa</i>	3	0.0316	-3.4553	-0.1091
4	<i>Craugastor pygmaeus</i>	<i>Rana pigmea</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
5	<i>Ctenosaura pectinata</i>	<i>Iguana prieta</i>	3	0.0316	-3.4553	-0.1091
6	<i>Drymarchon corais</i>	<i>Reina negra</i>	6	0.0632	-2.7621	-0.1744
7	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	<i>Ranita verde</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
8	<i>Hyla arenicolor</i>	<i>Rana de árbol</i>	3	0.0316	-3.4553	-0.1091
9	<i>Iguana iguana</i>	<i>Iguana verde</i>	10	0.1053	-2.2513	-0.2370
10	<i>Incilius marmoreus</i>	<i>Sapo marmoleado</i>	4	0.0421	-3.1676	-0.1334
11	<i>Incilius mazatlanensis</i>	<i>Sapo maztleco</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
12	<i>Kinosternon integrum</i>	<i>Tortuga casquito</i>	4	0.0421	-3.1676	-0.1334

Nº	Nombre científico	Especie	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
13	<i>Lithobates forreri</i>	<i>Rana pinta</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	<i>Culebra bilineada</i>	4	0.0421	-3.1676	-0.1334
15	<i>Oxybelis aeneus</i>	<i>bejuquillo</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
16	<i>Pachymedusa dacnicolor</i>	<i>Rana arborícola</i>	7	0.0737	-2.6080	-0.1922
17	<i>Rhinella marina</i>	<i>Sapo marino</i>	4	0.0421	-3.1676	-0.1334
18	<i>Sceloporus clarkii</i>	<i>Lagartija de clarki</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
19	<i>Trachemys scripta</i>	<i>Tortuga orejas rojas</i>	4	0.0421	-3.1676	-0.1334
20	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	<i>Lagartija arborícola</i>	5	0.0526	-2.9444	-0.1550
		total	95	1.0000		2.9467
		Máxima diversidad del ecosistema H' max				2.9958
		Equitatividad (J) H/H' max =				0.9836

Taxa_S	20
Individuals	95
Dominance_D	0.05551
Simpson_1-D	0.9445
Shannon_H	2.947
Evenness_e^H/S	0.9521
Brillouin	2.624
Menhinick	2.052
Margalef	4.172
Equitability_J	0.9836
Fisher_alpha	7.732
Berger-Parker	0.1053

☐ Bootstrap (95% confidence)

Verificación del Cálculo del Índice de Shannon_H y Equitatividad_J. con software.

CONCLUSIONES

1. En lo que respecta a la avifauna del lugar, las que se distribuyen dentro del predio, a pesar de indicar una homogeneidad buena, el análisis del valor de importancia y su riqueza, refleja que las especies dentro del predio son aquellas que principalmente soportan condiciones de actividad de acuerdo a las acciones humanas, son aves que de alguna manera están asociadas a los

procesos de producción que conlleva la deforestación, remoción de suelo o agricultura, de tal manera que salvo algunas especies que encuentran espacios habitables para su nidificación o alimentación y que son especies poco comunes pudieran en algún momento representar algún peligro, el cual es fácil de resolver si se realizan un manejo adecuado del lugar.

2. En el caso de los mamíferos las especies que se detectaron dentro del predio, el análisis del porcentaje claramente nos indica la menor riqueza y abundancia de individuos, así como al contrario las especies fuera del predio presentan una mejor diversidad de especies distribuidas en espacios con mejores condiciones adyacentes al predio en cuestión. Es muy probable que animales como venados, jabalíes, armadillos, zorrillos y otros solamente ocupen el espacio de manera temporal para cumplir algunas condiciones de alimentación o trasiego.
3. Los anfibios y reptiles dentro del predio presentan poca importancia ya que las especies ahí encontradas no son las representativas de un ecosistema saludable ya que las especies encontradas son las comunes de sitios impactados por las actividades del hombre, algunas lagartijas y cachorones, lo que nos indica que las condiciones son favorables en otro sitios con mejores expectativas para el desarrollo de los individuos, muy probablemente, los individuos observados no ocupan los espacios dentro del predio de manera permanente.
4. Se observaron graves problemas de deforestación, erosión, cacería, sobrepoblación de ganado, tala inmoderada, cultivo de estupefacientes, animales ferales, carboneras, entresaque de leña y trasiego de personas de manera permanente en el sitio. Así como una enorme apertura de caminos para el aprovechamiento de estación.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar una translocación de especies, ya que, esta, si presentan condiciones de permanencia tal es el caso de roedores y algunos reptiles.
2. Evitar en todo momento introducir animales domésticos sobre todo gatos y perros con son las especies más comunes en el acompañamiento a las personas y que a la vez son los que más problemas causan a la vida silvestre.
3. Para mantener un hábitat favorable para la vida silvestre de fauna se recomienda establecer un vivero forestal de especies nativas, de árboles de preferencia frutales, tal es el caso del Papache (*Randia echinocarpa*), Ciruelo (*Spondias cf. Purpurea*), Cucharero (*Chloroleucon mangense*), Tasajo

(*Acanthocereus occidentalis*), Tecomate (*Crescentia alata*), Nanche (*Byrsonima crassifolia*), Apomo (*Brosimum alicastrum*), Arrayan (*Psidium sartorianum*), Higuera (*Ficus insípida*), Camichin (*Ficus cotinifolia*), Anona (*Annona glabra*), Chiltepin (*Capsicum annuum*), Papaya (*Carica papaya*), Pochote (*Ceiba aesculifolia*), entre otros. y ya que se concluya el proyecto forestar la mayor densidad de árboles por metro cuadrado y a la par, darles mantenimiento hasta que se adapten a las condiciones establecidas, esto permitirá mejorar de manera considerable las condiciones del ecosistema, de esta forma evitar el deterioro a corto, mediano o largo plazo del hábitat y además aportar alimento a las especies presa y por consiguiente mantener a los depredadores con presas suficientes. De esta forma es muy probable que especies que mantienen condiciones un poco más especiales para su ciclo biológico se presenten en un corto tiempo y puedan convivir con las actividades humanas que ahí se desarrollen.

4. Es de suma importancia el acondicionar los arroyos de manera que soporten las "avenidas" de agua sobre todo en temporada de lluvias, de tal forma que para amortiguar esas correntías se pueden establecer presas filtrantes en todos los sitios posibles para de esta manera mejorar las condiciones del hábitat, aminorar la fuerza de los cauces y además crear mejores condiciones para que las especies silvestres cuenten con una mayor cantidad de recursos disponibles.
5. Darle un manejo al sitio para que los espacios perturbados o con alto grado de erosión, puedan quedar útiles en corto tiempo y de esta manera la fauna presenta vuelva a tener las condiciones favorables para que se desarrolle nuevamente.
6. De ser posible, se sugiere que los trabajos de remoción de selva sean antes de marzo y después del mes de junio, ya que la fauna reproductora como la mayoría de las aves, reptiles y muchos mamíferos pequeños están en cortejo, anidación y crianza durante ese lapso de tiempo.
7. La maquinaria y equipo abandonado es comúnmente utilizada por las especies introducidas, invasoras e invasivas, de tal forma que es necesario que estos equipos sean removidos del lugar.
8. Es indispensable un manejo adecuado de los desechos sólidos (basura), ya que esta es fuente de infecciones y problemas serios a las especies silvestres, debido principalmente a que suelen utilizar estos desechos como guaridas o buscan algún alimento el cual seguramente está contaminado.

9. Es importante contar con un área cerrada que sea igual o mayor al predio para que las especies silvestres mantengan un espacio acorde a las actividades y funciones de ellos mismos y donde les represente un sitio seguro donde las personas y animales domésticos no tengan injerencia.
10. Es necesario un programa de educación ambiental principalmente al personal que labora para que coadyuven a la conservación, manejo, restauración, reforestación y le den un buen trato a los animales silvestres, que de alguna manera aún persiste en las personas los problemas culturales de animales que consideran son de “mal agüero” como tecolotes, lechuzas, víboras, correcaminos, etcétera.

REFERENCIAS

- Abondano- Almeida DC. Comparación de la eficiencia del método de captura, marcaje, recaptura y de registro indirecto del curí silvestre (*cavia anolaimae*) en la reserva forestal municipal de cogua, cundinamarca.; 2009
- Aguirre-León, G. y E. Cázares Hernández. 2009. Técnicas de campo para el inventario y monitoreo de anfibios y reptiles. Pp. 269–300. En: Moreno-Casasola, P. y B. Werner (eds.). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior.
- Arévalo, Edgardo J. 2001. Manual de Campo para el Monitoreo de Mamíferos Terrestres en Áreas de Conservación. Asociación Conservacionista de Monteverde. [en línea] Disponible en internet.
- Artavia-Rodríguez A. Diagnóstico de estudios con cámaras trampa en Costa Rica (1998-mayo 2015). Proyecto MAPCOBIO (SINAC, MINAE y JICA). Heredia, Costa Rica. 75p
- CIPAMEX. 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX). México, D.F.
- Gallina, S Y Iopez-Gonzales. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro- instituto de ecología A.C Querétaro México; 2011. 377pp
- Guerra, R. M., Calme, S., Gallina, S. & Naranjo, E. 2010. Uso y Manejo de la Fauna Silvestre en el Norte de Mesoamérica. Secretaria de Educación, Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, Veracruz.
- Halffter, G. (comp.), 1992, La diversidad biológica de Iberoamérica I, Instituto de Ecología A. C.
- Howell, S.N. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED SERMANAT - Riqueza de especies conocidas por grupos de fauna, 2014
- Iñiguez-Dávalos LI, Santana-Castellón E. Análisis mastofaunístico del estado de Jalisco. In: Sánchez-Cordero V., Medellín R.A., editores. Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM, México; 2004. p. 251-266.
- LLAVEN-MACIAS, Viridiana. Mamíferos de un bosque ribereño en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas, México. Acta Zool. Mex. 2013. pp.287-303.
- Liévano- Latorre LF, López- Arévalo HF. Comunidad de mamíferos no voladores en un área periurbana andina, Cundinamarca, Colombia. Acta biológica colombiana; 2015.

- Lizarraga-Lopez, Sapiens-Salazar. Area sujeta a conservación ecológica el Cerro del Tule. 1996. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- National Geographic Society. 2000. Field guide to the birds of North America. 3a ed. National Geographic Society. Washington, D.C.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols, and K. U. Karanth, editors. 2011. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. First edition. Springer, New York, New York, USA.
- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1994. Aves de México: Guía de campo. Diana. México
- Plan Estatal de Desarrollo 2017-2021; Gobierno del Estado de Sinaloa.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Ramírez, J. 1899. La vegetación de México. Secretaría de Fomento, México.
- Sánchez F, Sánchez-Palomino P, Cadena A. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia*. 2004; 26(1):291-309. P 196-197.
- Sánchez, J. I., C. Delgado Trejo, E. Mendoza Ramírez, I. Sauzo Ortuño. 2013. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 111:12-16. Consultado el 11 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv111art3>
- Sarukhán, J., et al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- SEMARNAT. Diagnostico general para la promoción de áreas naturales protegidas en los municipios de Concordia Mocarito y Sinaloa. 2012. Departamento de ordenamiento ecológico, dirección de protección al ambiente.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de Marzo de 2002. México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- SEMARNAT. 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Semarnap, México.
- SEMARNAT 2008a. Informe de la situación del medio ambiente, edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México.
- Sinagawa M. Erverto. Sinaloa, Historia y Destino. Editorial Cahíta. 1986
- Wilson, R.G. y H. Ceballos-Lascuráin. 1993. The birds of Mexico City. BBC Printing and Graphics. Burlington, Ontario.
- Zamorano de Haro, Pablo. La flora y fauna silvestres en México y su regulación. Procuraduría Agraria, 2009. Disponible en: http://www.bcs.gob.mx/docs/PED2015-2021_DIGITAL.pdf
<https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-baja-california-sur/fauna-baja-california-sur.html>

IV.2.2.3.- Medio socioeconómico.

IV.2.2.3.1.- Descripción geográfica.

El proyecto se ubica en los 420 y 495 metros sobre el nivel medio del mar, en esta área predominan los ecosistemas de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia medianamente impactadas; los terrenos agropecuarios de los que dependen los pobladores de la zona, principalmente se da el pastoreo de ganado.

La región que ocupa el municipio de San Ignacio fue conocida desde los inicios de la conquista en 1531, como Piaxtla o Piaxtla; palabra que significa "lugar de calabazas" o "lugar de bules". Según la toponimia de los pueblos de Sinaloa, se cree que proviene del mexicano "piaxtli", bule o calabazo para llevar y beber agua y del locativo, "tlan".

San Ignacio de Piaxtla durante los primeros años de la colonización formó parte de la provincia de Chametla, perteneciente a la Nueva Galicia, hasta que, en 1536 por levantamientos indígenas locales, abandonan los españoles la región.

Para mediados del siglo XVIII San Ignacio de Piaxtla formaba parte de las cinco alcaldías mayores en que se dividía Sinaloa, quedando dentro de la jurisdicción de San José de Cópala, junto con los poblados que actualmente le pertenecen al municipio y que son los de Santa Apolonia, San Agustín, Ajoya, San Juan, Cabazán y San Javier.

En 1732 con el establecimiento de la gobernación única de Sonora y Sinaloa, se divide el territorio en cinco provincias, quedando dos en Sonora y tres en Sinaloa: la provincia de Sinaloa, abarcaba desde el río Mayo hasta el de Mocorito; la provincia de Culiacán, desde el río Mocorito hasta el río Elota y la de Rosario que tenía como límite el río de las Cañas y a la cual perteneció San Ignacio.

Durante los años siguientes a 1786 en que se implantó el sistema de intendencias, no se alteró la demarcación de la región del río Piaxtla.

En 1813, la constitución de Cádiz entró en vigor; el artículo 310 contempla la instalación de los ayuntamientos en poblaciones que tuvieran más de 1,000 habitantes.

En 1811 don José María González Hermosillo, insurgente al mando del ejército que obtuvo la victoria en el mineral de El Rosario a fines de diciembre, el 8 de enero, sufre una derrota en San Ignacio a manos del Gobernador y Capitán General de estas provincias don Alejo García Conde, dispersándose en la serranía los pocos que

pudieron escapar. Se frena así en esa población, todo intento de insurrección en el noroeste.

En 1824 se forma por decreto del Congreso de la Unión, el Estado de Occidente, uniendo de nueva cuenta a los estados de Sonora y Sinaloa. La Constitución de 1825 señala que se dividiría el Estado de Occidente en 5 departamentos, subdivididos en partidos, quedando dos en Sonora y tres en Sinaloa. Los departamentos pertenecientes a Sinaloa eran los de El Fuerte, formado por los partidos de Alamos, Sinaloa y el de su nombre; el departamento de Culiacán, integrado con el partido de su nombre y el de Cosalá; y el departamento de San Sebastián, formado por el partido de su nombre, el de Rosario y el de San Ignacio de Piaxtla.

Decretada la separación definitiva de Sonora y Sinaloa en dos entidades federativas, la primera constitución local expedida en 1831 establece la nueva división en el estado, ahora integrado por once distritos.

Esta primera legislatura decreta además, que cada uno de los distritos llevará añadido a su nombre, el de uno de los insurgentes mas destacados en la lucha de independencia; al distrito de San Ignacio se le asignó el de Abasolo, en honor a don Mariano Abasolo quien fuera uno de los primeros en sumarse a la causa de la independencia.

En 1852 el distrito de San Ignacio desaparece para unirse al de Cosalá, quedando como partido, pero a partir de 1861, con la nueva división interna del estado vuelve a constituirse como distrito, con una prefectura en la cabecera del mismo, y subdividirlo en municipalidades, alcaldías y celadurías.

En 1870 el distrito de San Ignacio estaba formado por cuatro municipalidades: la de la cabecera central, San Juan, San Javier y Coyotitán, con sus respectivas rancherías.

Por decreto en 1915, publicado en el diario oficial el 8 de abril de ese año, se crea la municipalidad de San Ignacio, y se ratifica su categoría en la constitución de 1917 que adopta, en el artículo número 12, como nueva forma de gobierno interno, la división del estado en municipios libres.

IV.2.2.4.- Paisaje

El proyecto entre 49 y 138 msnm, en esta área predominan los ecosistemas de vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia (medianamente impactada); dicha población depende de la industria y el turismo, estas áreas de

cambio de uso del suelo han sido impactadas por habitantes de Mazatlán, que frecuentan estas áreas para el uso recreativo o esparcimiento.

La región es importante desde el punto de vista socioeconómico para el desarrollo del estado de Sinaloa.

Por esta razón, el Municipio de Mazatlán, ofrece un atractivo en el que se conjugan el potencial de actividades que se pueden desarrollar como: la investigación científica, cultural, el turismo (aventura, ecoturismo, campamentos, observación de aves, etc) la recreación y el esparcimiento, además de ofrecer paisajes, vegetación de manglar.

- Calidad paisajística. La calidad del paisaje del SA es de valor medio, ya que es un área impactada por las actividades principalmente de urbanización por encontrarse a las afueras de la Ciudad de Mazatlán, por lo que su belleza escénica y visual es menor en esta área debido al impacto que a sufrido esta área, cuando se le compara con las partes más altas de la Sierra que presentan cañadas, relices, paredones y otros elementos geomorfológicos más atractivos, así como una formación vegetal más densa y que está constituida por individuos más altos; gruesos y longevos.
- Visibilidad. Este atributo presenta una condición de afectación, esto debido al tráfico vehicular que se presenta por el área urbana de Mazatlán que se presenta un porcentaje de 9.24% en el área del proyecto, se comenta por el tráfico vehicular es muy intenso.
- Fragilidad. En el SA existen ecosistemas frágiles, por lo que el paisaje en áreas aledañas al proyecto tiene una buena capacidad potencial para absorber los cambios que serán introducidos por el proyecto, a los cuales se les aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación que se proponen en este estudio, para evitar daños irreparables al ambiente.

Problemática detectada en el área de influencia.

La principal problemática detectada en el área de influencia donde se encuentra el proyecto, es la deforestación por el desmonte, debido a la expansión que está sufriendo la ciudad de Mazatlán, así como la presión que presenta la población para el exparsimiento a las áreas cubiertas con vegetación, donde se encuentra:

- Ganadero vacuno excesivo.
- Ganado equino.
- Construcciones urbanas.
- Obras de telecomunicaciones.

- Líneas eléctricas.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto

La fracción LXI del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, define servicios ambientales como: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

La importancia de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema, radica principalmente en el cambio de la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se fragmenta y modifica la vegetación; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. En otras palabras, se modificará el entorno por la urbanización.

Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Ocasiona la disminución del banco de germoplasma nativo, en el sentido de que la superficie abierta, será cubierta y que cubrirá las semillas y propágulos, e impedirá se establezca nuevamente la vegetación.

El mantenimiento de un hábitat favorable para la fauna asociada al tipo de vegetación de selva, ya que de esta obtienen alimento, refugio y protección.

Si no se toman las medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo y agua con residuos contaminantes, peligrosas o por salinidad como consecuencia de un deficiente flujo de agua y ocasiona pérdida de calidad del suelo y agua.

La remoción de cubierta vegetal contribuye a la no minimización de los vientos derivados de las tormentas que llegan a la región.

El carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos tales como las especies de plantas. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Aquí reducirá, dejará de fijar y almacenar el dióxido de carbono en la zona de cambio de uso de suelo.

La biodiversidad proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

La riqueza biótica del área inherente al desarrollo del proyecto, asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies, en virtud de que, debido a los alcances de este documento no es posible ni hay información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la *línea de base* que define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales,

no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de “línea-base de biodiversidad” y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo.

Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales del predio se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios.

En una primera aproximación, el sistema ambiental está formada por un grupo de subsistemas que interactúa entre sí, definido de manera práctica por el tipo de vegetación selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia y usos de suelo agrícola, con diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares.

Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales los predios incidirán.

Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas antes mencionados se diseñó una metodología que considera el valor general de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los mismos ecosistemas sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos en relación a los servicios ambientales que ofrecen.

Por otro lado, se estimó la calidad ambiental de dichos subsistemas en base al mapa de antropización del noroeste del país, con lo que se obtuvo un valor del ecosistema en base a un coeficiente de antropización, sumado a la verificación realizada en campo y los valores de riqueza y diversidad de vegetación estimados.

Con ambos valores (valor general de la calidad de los servicios, valor máximo ideal del sistema ambiental) y el valor antropizado del ecosistema (valor estimado de la superficie sometida a cambio de uso del suelo de terrenos forestales) se obtuvo el

índice de la calidad de los servicios ambientales presentes en la superficie sometida a CUSTF (Figura IV.23).

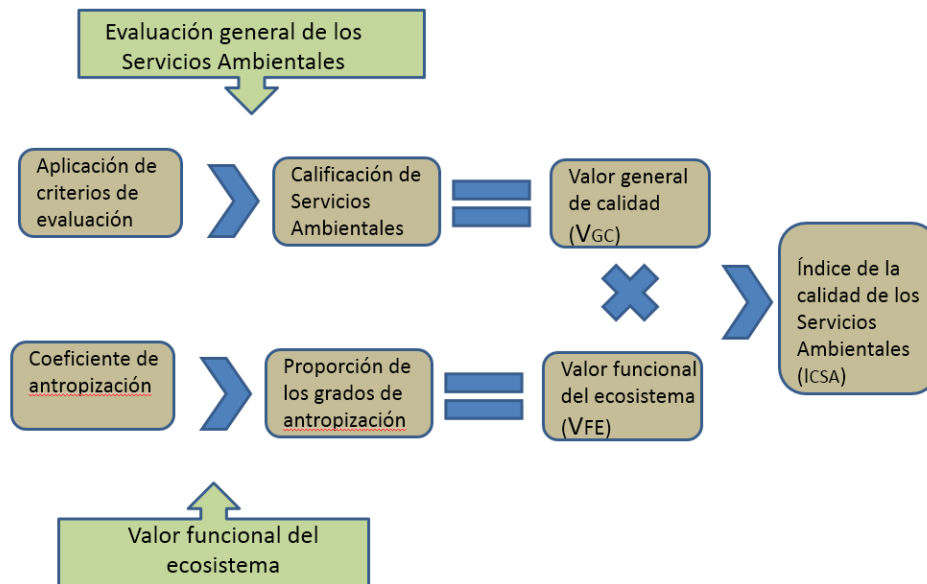


Figura IV.22.- Metodología para la determinación de la calidad de los servicios ambientales

IV.3.1.- Evaluación general de los servicios ecosistémicos del subsistema identificado (Sistema Ambiental)

De acuerdo a las disposiciones de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se identifican ocho categorías de **servicios ambientales**, resalta la importancia de éstos para el funcionamiento del sistema de vida del planeta, tanto en el presente como a futuro, ya que contribuyen directa e indirectamente con el bienestar social y económico. En estas ocho categorías se identificaron los siguientes servicios ambientales:

1. Provisión del Agua en Calidad y Cantidad.

- Captura de agua (incluye la infiltración al manto freático y acuíferos)
- Conservación de la calidad del agua (dependen en gran parte del uso que se da al suelo en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan el recurso hídrico).

2. Captura de Carbono y/o Contaminantes.

- Captura de carbono (extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono, como los océanos, los bosques o la tierra, a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis).
- Sumideros de carbono (ecosistemas primarios cuya captura neta de carbono podría ser nula, pero su transformación liberaría grandes cantidades).

3. Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.

- Amortiguamiento de impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.

4. Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.

- Regulación del clima (por evapotranspiración, amortiguamiento del viento, etcétera.).

5. Protección de la Biodiversidad, de los Ecosistemas y Formas de Vida.

- Conservación de biodiversidad (ecosistemas y especies).
- Conservación de acervos genéticos (árboles semilleros, otros).
- Provisión de hábitat para especies silvestres comerciales (peces y mariscos, fauna cinegética, plantas medicinales y comestibles, árboles maderables, etcétera).

6. Protección y Recuperación de Suelos (erosión).

- Conservación física del suelo (contra la erosión por lluvia y por viento).
- Conservación de la fertilidad del suelo (contra la lixiviación).
- Formación y recuperación de suelos.

7. El Paisaje y la Recreación.

- Medio para ecoturismo y recreación.
- Contribución a la belleza del paisaje.

8. Obtención de productos de uso comercial de forma directa

- Alimento.
- Materias primas.

Cabe señalar que la importancia del servicio ambiental depende del grupo de población que a nivel de cuenca resulta beneficiado por el servicio ambiental, que presta dentro del área que se vería afectada por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono) o

sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de uso no comerciales o porción extraíble como comida.

Como se mencionó con anterioridad, el ecosistema proporciona un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, cada uno de los sistemas que ocupará el proyecto será valorado en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad del mismo.

El rango de calificación fue determinado a partir de tres criterios de evaluación diferentes: abundancia y riqueza relativa, tipo de especies características y tipo de suelo característicos, calificados cualitativamente a partir del simple enjuiciamiento, estableciendo una escala entre 0 y 3, donde cero corresponde a un servicio ambiental mínimo; 1 corresponde a un servicio ambiental bajo, 2 corresponde a un servicio medio y 3 es el valor máximo en términos de la calidad del servicio (Tabla IV.52).

Tabla IV.52.- Clasificación de los servicios ambientales en la selva baja caducifolia (SBC) y Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)

Función	Bien o Servicio Ambiental	Descripción del Servicio Ambiental	SBC Y SMS
Provisión de agua en calidad y cantidad	Captura de agua	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.	3
	Conservación de la calidad		3
Captura de carbono y/o contaminantes	Captura de carbono	Balance de niveles de CO ₂ /O ₂ , SO _x y otro gases	3
	Sumidero de carbono		3
Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales	Amortiguamiento de los impactos naturales	Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación	3
Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos	Modulación o regulación climática	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero	2

Función	Bien o Servicio Ambiental	Descripción del Servicio Ambiental	SBC Y SMS
mediados por el clima a niveles local y global			
Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad Conservación de acervos genéticos	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales, y bajo estatus de protección.	3
	Provisión de hábitats de especies silvestres y de valor comercial		3
Protección y recuperación de suelos	Formación y recuperación de suelos	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción	3
	Conservación de la fertilidad del suelo		2
	Conservación física del suelo		2
Paisaje recreación y	Belleza paisajística	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema. Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc, que pueden ser aprovechados por el hombre.	3
	Medio para ecoturismo		3
	Alimento		3
Obtención de productos de uso comercial de forma directa	Materias primas		2
	TOTAL		41

Tomando en cuenta todos los servicios ecosistémicos empleados para clasificarlo, el valor máximo de la calidad de los servicios que puede obtener uno de los ecosistemas calificados, es de 48 puntos. Por lo que el valor final de calificación será estandarizado mediante la siguiente función:

$$V_{GC} = \frac{V_{SE}}{V_{TM}} .$$

Donde:

VGC = Valor óptimo de la calidad

VSE = Valor obtenido del Servicio ecosistémico

VTM = Valor total máximo

De forma práctica, el índice de la calidad del servicio puede ser definido como el valor estandarizado de la calidad global de servicios ambientales que un ecosistema determinado puede ofrecer, sin tomar en cuenta su calidad ambiental.

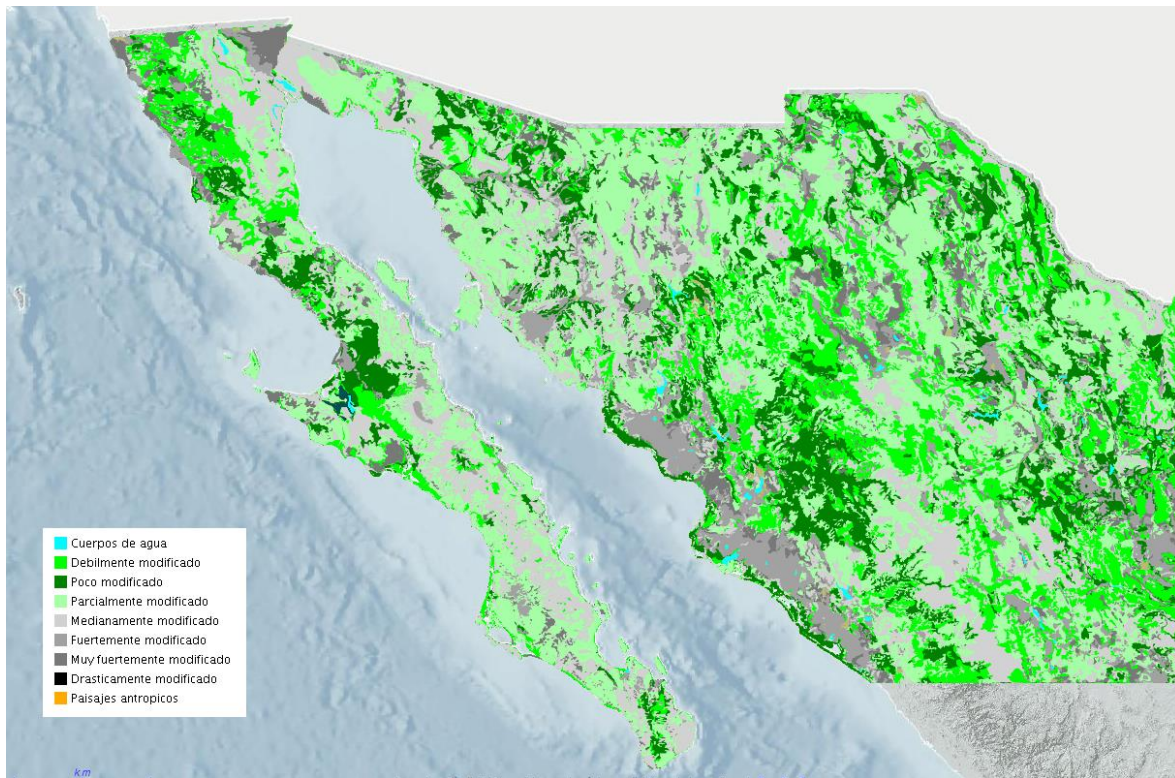
Tabla IV.53.- Índice de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrece la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia identificadas en el Sistema Ambiental

Subsistema	Valor óptimo de calidad	Conclusión
SBC Y SMS	0.85	Este valor es la calidad óptima que este tipo de ecosistema nos puede ofrecer

En base a los servicios ecosistémicos evaluados con anterioridad, podemos concluir que la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, es de los ecosistemas que mayor calidad de servicios ambientales proporciona. Sin embargo, como se ha mencionado con anterioridad, este valor fue calculado sin tomar en cuenta la calidad ambiental del área de cambio de uso del suelo de los terrenos foresales, es decir, el ecosistema evaluado con anterioridad es el valor general de este ambiente en la cuenca hidrológica forestal y no lo identifica directamente en el sitio de estudio.

IV.3.2.-obtención del valor funcional del subsistema presente en la superficie sujeta a cambio de uso del suelo de terrenos forestales.

Debido a que en el Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto, no abarca el Mapa de Antropización del Noroeste del país, la calidad de los ecosistemas presentes en el mismo, se determinarán de forma arbitraria, para estar en posibilidades de determinar la antropización en el Sistema Ambiental.



Fuente:

Soto Esperanza, Margarita; Chiappy Jhones, Carlos; Gama Campillo, Lily; y Giddings, Lorrain. (1998-1...

Figura IV. 23.- Mapa de antropización del noroeste del país.

Según los datos de Margarita Soto (1997)², aquellas zonas diagnosticadas como: poco, débilmente y parcialmente modificadas, corresponden a espacios con un grado de modificación tal, que es posible su recuperación por vías naturales. Mientras que, las zonas diagnosticadas como: medianamente, fuertemente, muy fuertemente y drásticamente modificadas, corresponden a zonas donde la modificación ha dado paso a la secundarización bien establecida, con el posicionamiento de sistemas agrícolas y pecuarios o incluso se han afectado componentes abióticos como la cobertura edáfica, microclima o microrelieve, por lo que estas zonas son consideradas las de mayor afectación.

Con la información anterior y mediante el proyecto del uso del suelo serie V del INEGI, y el programa informático ArcGis 10, fue posible darle un valor y la proporción que

cada una de las categorías de antropización ocupa en cada uno de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental (Tabla IV.51, Figura IV.25).

Tabla IV.54.- Proporción de los diferentes grados de antropización en el Sistema Ambiental.

Funcionalidad en tipos de áreas	Sistema Ambiental
Moderadamente modificado	0.61
Fuertemente modificado	0.13
Muy Fuertemente modificado	0.26
VFE	1.00

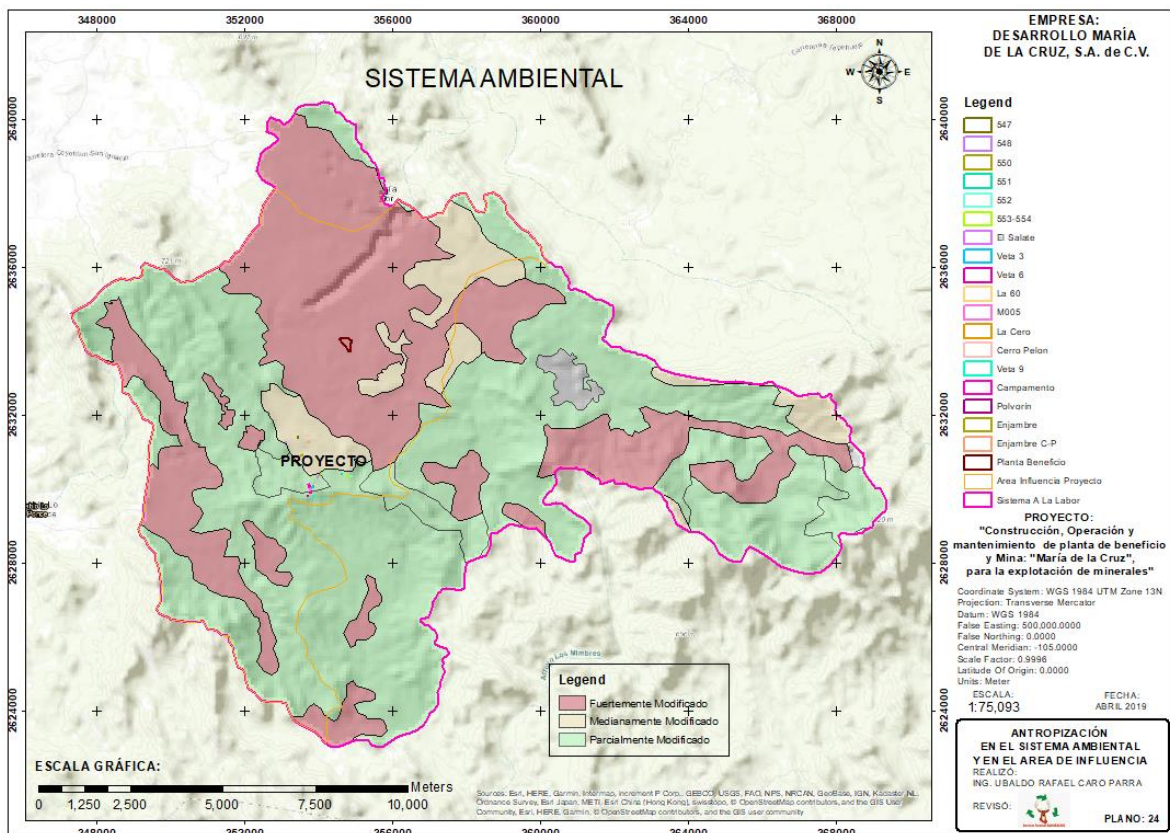


Figura IV.24.- Zona de antropización identificada en el Área de Influencia y en el Sistema Ambiental.

En base a los datos que maneja Margarita Soto en su reporte un coeficiente de antropización entre 0.9 y 0.4 para cada uno de los grados de modificación. Dichos coeficientes servirán para determinar el valor antropizado del ecosistema donde el valor de 0.9 en el coeficiente de antropización corresponde a los ecosistemas mejor conservados o poco modificados, y el valor de 0.4 corresponde a un paisaje antropizado, es decir aquellos que han sido modificados casi en su totalidad.

Tabla IV.52.- Descripción de los coeficientes de antropización designados a cada grado de modificación.

Grado de modificación	Coeficiente de antropización	Descripción
Débilmente modificado	0.9	Paisajes cuyos componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido en su composición ligeras modificaciones de carácter antrópico. No obstante, éstas son automitigables.
Parcialmente modificado	0.8	Paisajes que han sufrido alteraciones en la composición y estructura de sus componentes bióticos, especialmente en la vegetación. Aunque existe una secundarización es posible su recuperación por vías naturales.
Medianamente modificado	0.7	Paisajes en los que sus componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido alteraciones antrópicas en su composición, estructura y funcionamiento. La secundarización está ya establecida. Existe una gran proporción de elementos secundarios.
Fuertemente modificado	0.6	Paisajes en los que predominan los agroecosistemas poco mecanizados sobre las formaciones secundarias. Las prácticas antropogénicas empiezan a afectar los componentes abióticos, en especial la cobertura edáfica y el microclima.
Muy Fuertemente modificado	0.5	Paisajes en los que los componentes bióticos (naturales y secundarios) han sido substituidos por agroecosistemas altamente mecanizados u otros sistemas antrópicos. Comienza a haber una transformación del micro relieve, aguas superficiales y subterráneos. Se inicia una afectación de su interrelación con los paisajes vecinos.

Una vez establecido el rango de los coeficientes de antropización, fueron aplicados a cada uno de los ecosistemas en la medida que presentaban los diferentes grados de antropización a lo largo de la superficie sujeta a CUSTF, para determinar así el Valor funcional del ecosistema (V_{FE}) mediante la siguiente expresión matemática:

$$V_{FE} = \sum_{i=1}^n P_i \times C_A$$

Donde:

V_{FE} = Valor funcional del ecosistema

P_i = Proporción de la superficie afectada por grado de modificación.

C_A = Coeficiente de antropización

El *Valor funcional del ecosistema* nos refleja la funcionalidad de la superficie del ecosistema en relación al grado de antropización que presenta en particular. Dicho valor está dado en un rango entre el 0 y el 1, donde 0 es el peor escenario en cuando a la funcionalidad del ecosistema, mientras que 1 corresponde a un ecosistema con su máxima funcionalidad.

Tabla IV.53.- Valores derivados de la aplicación del coeficiente de antropización y obtención del valor funcional del ecosistema.

Funcionalidad en tipo de áreas	$P_i \times C_A$
	Sistema Ambiental
Medianamente modificado	0.43
Fuertemente modificado	0.08
Muy fuertemente modificado	0.13
V_{FE}	0.64

IV.3.3.- Determinación de la calidad de los servicios ambientales del subsistema presente en el Sistema Ambiental

Finalmente, habiendo obtenido el *Valor General de la Calidad* para el subsistema y el *Valor Antropizado del Ecosistema*, es posible calcular el *Índice de la Calidad de los Servicio Ambientales* que ofrece el subsistema que ocurren en la unidad mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$I_{CSA} = V_{GC} \times V_{FE}$$

Donde:

I_{CSA} = Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales

V_{GC} = Valor General de la Calidad

V_{FE} = Valor Funcional del Ecosistema

Derivado de la aplicación de la expresión matemática al subsistema, se pudo obtener el índice de la calidad de los servicios ambientales (Tabla IV.54).

Tabla IV.54.- Valores del Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales para el Subsistema.

Subsistema	Sustitución de la fórmula	Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales	Proporción de la reducción en la calidad de los servicios ambientales (%) ¹
SBC Y SMS	$I_{CSA} = 0.85 \times 0.64$	0.54	0.31
1/ este porcentaje se obtiene en función a la diferencia de los índices de calidad de los servicios ambientales óptimos y los identificados en el Sistema Ambiental.			

Derivado de la aplicación del índice de la calidad del servicio ambiental podemos calificar la calidad de los servicios del subsistema que cae dentro de la superficie del Sistema Ambiental, comparando dichos valores contra los datos del valor general óptimo para el subsistema registra una modificación del 31.01% que representa una modificación media.

Finalmente, derivado del análisis del ecosistema presente en el Sistema Ambiental podemos concluir que, en el área sometida a cambio de uso del suelo de terrenos forestales, se estará alterando 1.2765 ha (0.42%) de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, representan 10,836.352 hectáreas presentes en el Sistema Ambiental.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado para una superficie de **1.2765 hectáreas**, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en el Sistema y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

La superficie que ocuparía el proyecto en el Sistema Ambiental, el predio sujeto al cambio de uso del suelo en terrenos forestales representa tan sólo el 0.01% de la superficie de el SA (17,564.1254 ha). También debe considerarse que esta misma superficie corresponde principalmente a un uso de suelo forestal de **selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia** (en base al muestreo realizado) y que esta vegetación en el mediano plazo será removida para los fines expuestos anteriormente.

El proyecto se ubica en terrenos de uso forestal, cubierto de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia en buen estado.

Tomando en consideración estas condiciones, se espera la afectación de los servicios ambientales que la superficie por la que se solicita el cambio de uso del suelo en terrenos forestales es mínima y no será una causal de pérdida de los servicios ambientales del sistema ambiental en donde se ubica dicho proyecto.

Desarrollo de los Servicios Ambientales que pudieran ponerse en riesgo.

IV.3.4.- Provisión del agua en calidad y cantidad.

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en una microcuenca, al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman (SEMARNAT).

Los múltiples estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la densa hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, permiten la filtración lenta hacia el subsuelo a manera de filtro natural, generando un reservorio de agua dulce.

Chow, et al (1994)⁷, menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor filtración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una microcuenca, proceso que repercute en el balance hídrico de la misma al disminuir el

⁷ Chow, V.T. Maidment, L. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill.

suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del proyecto, con respecto a las dimensiones de la microcuenca, es una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la microcuenca.

La superficie que será sujeta a cambio de uso de suelo para el presente estudio corresponde a 14.9442 ha, el tipo de vegetación se encuentra representado por Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia, ambas en estado de recuperación. En la siguiente tabla se estima la precipitación total-anual en el Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto.

Tabla IV.55.- Estimación de la Precipitación total anual presente en el Sistema Ambiental y área de C.U.S.

Tipo de ecosistema	Superficie (m ²)	Precipitación (mm)	Precipitación (Lt x m ²)	Precipitación total anual (m ³)	%
Sistema ambiental	175,641,254	0.7480	0.7480 Lt/m ²	131,379,657.99	100.00
Área de Influencia	84,680,656	0.7480	0.7480 Lt/m ²	63,341,130.69	48.21
Predio del proyecto	12,765	0.7480	0.7480 Lt/m ²	9,548.2200	0.01

Balance hídrico en el área de C.U.S.

Concepto	(m ³)	(%)
Intercepción	332.4037	3.48
Evapotranspiración	6,564.8621	68.75
Escurrecimiento	475.5386	4.98
Infiltración	2,176.1636	22.79
Captación Total	9,548.9680	100.00

Balance hídrico en el Sistema Ambiental

Concepto	(m ³)	(%)
Intercepción	3,941,389.74	3.00
Evapotranspiración	90,329,855.70	68.75
Escurrimiento superficial	6,542,706.97	4.98
Infiltración	30,565,705.59	23.27
Captación Total	131,379,657.99	100.00

En consecuencia, por el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales tendrá una pérdida de infiltración de 2,176.1636 m³ en una superficie forestal de 1.2765 ha que será la que requerirá cambio de uso de suelo.

La pérdida de infiltración en 1.2765 ha (CUSTF) de cobertura forestal relacionada con el impacto que se generará, dejará de infiltrar 2,176.1636 m³ anuales, que corresponde a 0.01% del total de infiltración en el Sistema Ambiental, no se prevé una afectación significativa al SA debido a que no se aprovechará el recurso, además la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo es visiblemente menor a la superficie del SA delimitada, por lo que la reducción de la superficie de captación de agua no es significativa y la pérdida de infiltración en el Área de Influencia representa el 0.03%.

IV.3.6.- Captura de carbono y/o contaminantes

El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de este elemento que se encuentran en suelos, bosques y otro tipo de vegetación y donde es inminente su desaparición. Las plantas captan y liberan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y la respiración, respectivamente con ello las plantas construyen sus tejidos y, de este modo “fijan el carbono”.

Este servicio ambiental se refiere a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis.

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 en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Premisas en el caso de secuestro de carbono

Los bosques tropicales retienen más carbono que otro ecosistema. Cuarenta y cuatro veces más biomasa que cualquier otro sistema, con incrementos de 0.062 - 0.037 t C ha/ año (Houghton, 1991⁸; Segura, 1999⁹). Sus radios de incremento anual varían de 1.1 a 2.1 t C ha/año (Segura, 2002¹⁰), en consecuencia debe resaltarse la aptitud de la franja tropical como sumidero de carbono atmosférico.

⁸ Houghton, Unruh y Lefebvre, 1991: El cambio climático y los bosques.

⁹ Segura M., M. 1999. Valoración del servicio ambiental de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados del área de conservación cordillera volcánica central, Costa Rica. Tesis de Maestría. Escuela de Posgrado, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

¹⁰ Segura, M. and M. Kanninen, 2002. Inventario para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. In: Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central [Orozco, L. and C. Brumér (eds)]. CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Fijan más carbono los bosques secundarios y plantaciones jóvenes que los bosques primarios y/o maduros. Los primarios han alcanzado su clímax y “congelado” su capacidad de conversión de carbono atmosférico a biomasa, mientras que los secundarios, intensifican los procesos de secuestro y liberación, por la aceleración y secuencialidad de sus ciclos, un barbecho puede eventualmente recuperar de 50 a 80% la proporción de carbono de un bosque primario, de ahí el potencial de los barbechos.

Entre la tercera parte y la mitad del carbono retenido por un uso de suelo o vegetación se encuentra en el suelo (Barbarán, 1998¹¹), como parece evidente los bosques secundarios desarrollan más biomasa que las plantaciones, a profundidades superiores a un metro, los suelos forestales contienen más carbono que biomasa aérea, el 15% de este carbono se recicla en periodos de varios años incluso décadas (López, 1999¹²).

Análisis de Carbono

En una reforestación se puede recuperar o lograr obtener la siguiente cantidad de carbono:

Tabla IV.56.- Análisis de carbono en una reforestación

Absorción de carbono (t C/Ha)	
Reforestación de áreas degradadas	50 - 150

Perdida promedio de carbono por cambio de uso de suelo de acuerdo al **Instituto Nacional de Ecología (INE¹³)**

Tabla IV.57.- Pérdida promedio de carbono.

Perdida promedio de carbono por cambio de uso de suelo (t C/ha)	
Selva baja caducifolia y Selva mediana Subcaducifolia	91.25 – 92.5

Dentro de una selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia se registran las siguientes proporciones de carbono:

¹¹ Barbarán G., J. 1998. Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de Campo Verde. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Ucayali, Ucayali, Perú.

¹² López, J.C.; Riaño, N.; López, Y. 1999. Comportamiento fotosintético diario de la hoja de cafeto Coffea arabica L. c.v. Colombia. Chinchiná (Colombia): Cenicafé.

¹³ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/63/cap3.html>

Tabla IV.58.- Distribución de carbono en una selva

Carbono en vegetación fuste (tC/ha)	Carbono en vegetación aérea (tC/ha)	Carbono en materia seca en descomposición (tC/ha)	Carbono en el suelo (tC/ha)	Carbono total unitario (tC/ha)
68	42	7	30-100	104-174

En base a estos registros obtenidos por el **INE** y Bellón *et al.* 1993¹⁴, se realiza el siguiente análisis de carbono para las superficies de interés en este estudio:

Tabla IV.59.- Análisis de carbono para el área de Influencia, el SA y el área de cambio de uso de suelo.

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	%
SBC Y SMS en el SA	10836.352	100%
SBC Y SMS en el Área de Influencia	4602.904	0.03
Superficie de cambio de uso de suelo	1.2765	0.01

Resultado de análisis:

Tabla IV.60.- Reservorio de Carbono

Tipo de vegetación presente	Superficie (ha)	Reservorio de Carbono en la vegetación a remover (tC)	Reservorio de Carbono en el suelo para dicha superficie (tC)	Pérdida de Carbono total
SBC Y SMS – Superficie de cambio de uso de suelo	1.2765	149.35	82.97	232.32 tC
SBC Y SMS – Superficie en el Área de Influencia	4602.904	238539.77	299188.36	0.03
SBC Y SMS – Superficie en el SA	10836.352	1267853.18	704362.88	0.01

En el cuadro anterior se manifiesta la cantidad de carbono que se pierde con el cambio de uso de suelo, respecto al Sistema Ambiental que representa un 0.01% de la misma y en el Área de Influencia representa el 0.03% de la superficie en conjunto de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. Por lo que se demuestra una gran

¹⁴ Bellón, M.R. O.R. Madera y G. Segura 1993. Response options for sequestering carbón in Mexican forests. Reporte al F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Enrionmental Protection Agency, Berkeley.

diferencia de la captación de carbono en la superficie del Área de Influencia y del SA y la captación de carbono en la superficie que requiere cambio de uso de suelo, es decir que la captación de carbono será mínima que resultara afectada, sin tomar en cuenta la superficie cubierta de otro tipo de vegetación.

IV.3.7.- Generación de oxígeno.

Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

La afectación a este servicio ambiental se valora como muy bajo considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto, también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

Durante la ejecución de obras y con motivo de los movimientos de tierra, se produce un incremento en la emisión de partículas, que temporalmente pueden ocasionar niveles de emisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables. También ocurrirán emisiones de contaminantes por tráfico vehicular.

El incremento en el tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones principales de vehículos como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂), hollín y alquitranes con un cierto contenido de plomo.

Atmosfera

El programa del Inventario Nacional de Emisiones de México inicio en 1995 con el fin de mejorar la gestión de la calidad del aire y evaluación de sus efectos en la salud, además de sentar bases técnicas para realizar mejores evaluaciones de la calidad del aire e impacto ambiental, principalmente en el interior del país y en la frontera con Estados Unidos.

En el Apéndice H del INEM (Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999) contiene las estimaciones de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH₃) y partículas suspendidas (PS) con diámetros aerodinámicos menores a 10 µm (PM₁₀) y 2.5 µm (PM_{2.5}).

Los resultados del inventario a nivel estatal se muestran a continuación:

Tabla IV.79.- Emisiones a la atmosfera a nivel estatal:

Compuesto	Concentración mg/año
	Estado de Sinaloa
NOx	38,946
SOx	105,531
COV	50,614
CO	141,443
PM ₁₀	23,591
PM _{2.5}	14,055
NH ₃	62,128
SEMARNAT, INEM Inventario Nacional de Emisiones de México 1999. No incluye fuentes naturales PM ₁₀ : Partículas de 2.5 a 10 µm PM 2.5: Partículas menores a 2.5 µm	

Además, en este mismo inventario se encontraron datos de las emisiones por municipio en mg/año, la cuales se presentan a continuación.

Tabla IV.80.-Emisiones a la atmosfera a nivel Municipio de San Ignacio:

Compuesto	Concentración mg/Año
	Municipio de Mazatlán
NOx	288.8
SOx	12.08
COV	626.1
CO	1,886.2
PM ₁₀	334.2
PM _{2.5}	214.2
NH ₃	3,665.3
SEMARNAT, INEM Inventario Nacional de Emisiones de México 1999. No incluye fuentes naturales PM ₁₀ : Partículas de 2.5 a 10 µm PM 2.5: Partículas menores a 2.5 µm	

Las condiciones calidad del aire dentro de la microcuenca son buenas, en el 2010 la **Secretaría de Desarrollo Social y Sustentable** del **Gobierno del Estado de Sinaloa** puso en marcha el **Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire**, como objetivo hacer un trabajo de prevención para medir los contaminantes en el aire que existen en las ciudades, buscando con ello crear una conciencia para el cuidado del mismo, y el reporte que se ha externado es que los Imecas están por debajo de la media nacional en cuanto a índices de contaminación, ya que en estos momentos no son alarmantes, y hasta ahora en Culiacán que es la ciudad

con la mayor concentración de habitantes, las mediciones que se han reportado el máximo ha sido de 70 (Imecas) puntos de contaminación, y el normal de 30.

Este conjunto de emisiones (principalmente NH₃) se asocia principalmente a las actividades económicas predominantes en el municipio de San Ignacio y que corresponden a que en el municipio se desarrollan actividades de agricultura y ganadería, que son los principales contaminadores en las zonas rurales.

Para evitar aumentar estas emisiones producto de los trabajos de cambio de uso de suelo, principalmente por el uso de maquinaria, se consideran medidas de mitigación para evitar en lo mayor posible las emisiones a la atmosfera durante los trabajos pertinentes (afectación baja).

IV.3.8.- Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales

Es difícil estimar con precisión la importancia de la superficie del proyecto sometida a cambio de uso del suelo con respecto a este servicio ambiental. Sin embargo, la mayoría de los autores estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades con respecto a la remoción de vegetación. Todo ello sustentado en el hecho de que la remoción de vegetación es uno de los factores que potencializa la pérdida de suelos y la capacidad de retención de agua de los mismo, de tal manera que se aumenta el coeficiente de escurrimiento, incrementando con ello el riesgo de inundaciones en terrenos planos y con pendiente ligera.

A la vez que se cree que la vegetación cumple con la función de reducir el potencial destructivo de fenómenos naturales como los huracanes, sin embargo, no existe investigación al respecto. Lo que es un hecho, es que la vegetación mitiga el daño e impacto de rachas de vientos superiores a 180 km/hr, funcionando como barrera rompe viento, aunque dicho servicio se verá impactado de forma imperceptible al momento se compara la cantidad de vegetación a remover con la vegetación presente en la microcuenca hidrológica Bacamopa.

El efecto inmediato y directo del desarrollo del proyecto será:

- La tala de la vegetación.
- Pérdida directa de la vegetación.
- Modificaciones en el uso del suelo, en donde se encuentra la vegetación natural y que se verán afectados por el cambio de uso de suelo.
- Representa una disminución en la cobertura forestal de el Sistema Ambiental del orden del 0.02%.
- Se afectará 1.2765 ha de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia.

Tabla IV.63.-Superficie por uso de suelo y vegetación en el SA.

ID	USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
1	Agricultura Temporal Anual	5,338.6357	30.40
2	Agricultura Temporal Permanente	954.2089	5.43
3	Bosque de Encino-Pino	266.2314	1.52
4	Bosque de Encino VSa	19.6985	0.11
5	Pastizal Inducido	148.9986	0.85
6	Selva Baja Caducifolia Primaria	8,380.1778	47.71
7	Selva Baja Caducifolia VSa	1,281.0013	7.29
8	Selva Mediana Subcaducifolia	1,175.1732	6.69
	TOTAL	17,564.1254	100.00

Tabla IV.64.-Superficie por uso de suelo y vegetación en el Área de Influencia.

ID	USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
1	Agricultura Temporal Anual	3,865.1615	45.64
2	Selva Baja Caducifolia Primaria	3,508.4064	41.43
3	Selva Baja Caducifolia VSa	878.6847	10.38
4	Selva Mediana Subcaducifolia	215.8130	2.55
	TOTAL	8,468.0656	100.00

IV.3.9.- Modulación o regulación climática.

Tomando un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este tenor, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambio en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local (0.01% del SA). Sin embargo, considerando el entorno rural que rodea el área donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

A manera de conclusión, se puede decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como

aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de las microcuencas, considerando que la superficie del predio resulta poco significativa en comparación con ésta.

IV.3.10.- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.

De acuerdo con Moreno y Verdu¹⁵ la biodiversidad juega un papel crítico en el funcionamiento de los ecosistemas y en los múltiples servicios que de ellos obtenemos; tales servicios también llamados servicios ambientales son los beneficios que los seres humanos obtenemos de forma directa o indirecta de los ecosistemas, puede ser de distintos tipos:

Los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas que mantienen y permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, y la producción primaria.

Servicio de soporte.- Procesos ecológicos que nos benefician de forma indirecta, por ejemplo la polinización.

Los servicios de provisión.- son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la provisión de productos como la madera y la producción de comida.

Otro servicio de provisión es el agua limpia mediante la recarga de los mantos freáticos, producción de alimentos, maderas y fibras.

Los servicios de regulación.- Son los que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano. Entre ellos encontramos la regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, el control de la erosión o de las inundaciones. También la protección contra el impacto de los huracanes es un servicio de regulación. Por ejemplo los ecosistemas costeros brindan protección contra inundaciones.

¹⁵ Moreno, C.E. y J.R. Verdu, 2007. ¿Por qué preocupamos por la pérdida de la biodiversidad?: Relaciones entre la biodiversidad, servicios de los ecosistemas y bienestar humano. Cuadernos de la biodiversidad. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante, España.

Los servicios culturales.- pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas.

Ahora bien respecto a las afectaciones a la biodiversidad de acuerdo a lo antes descrito, se identifica que una posible afectación por el desarrollo del proyecto será a los servicios de mantenimiento o estructura.

El efecto inmediato y directo de la construcción del proyecto será:

- La tala de la vegetación.
- Pérdida directa de la vegetación.
- Modificaciones en el uso del suelo, en donde se encuentra la vegetación natural y que se verán afectados por el cambio de uso de suelo.
- Representa una disminución en la cobertura forestal del sistema ambiental del orden del 0.01%.
- Se afectará 1.2765 ha de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia.

De lo anterior, podemos concluir que se removerán 6,497 individuos, de los cuales 688 serán maderables arbóreas, 195 serán no maderables arbóreas, 5,317 ejemplares del estrato arbustivo maderables y 297 del estrato arbustivo no maderables (el número de individuos herbáceos calculados serán 37,455 plantitas).

Tabla IV.65.- Resumen de recursos forestales a remover

Obra	Número de ejemplares a remover en 1.2765 ha.			
	Ejemplares maderables arbóreos	Ejemplares no maderables arbóreos	Arbustos Maderables	Arbustos No maderables
Proyecto	688	195	5317	297
TOTAL	6497			

Con un volumen total de materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales: 98.596 m³vta, vegetación arbórea.

El desarrollo del proyecto, reducirá parcialmente el hábitat de las especies registradas, dada las condiciones en las que se encuentra el área de afectación se encuentran pocos individuos característicos del ecosistema, esto debido principalmente a la deforestación existente, aunado a las prácticas de urbanización y agropecuarias, lo que ha provocado que las especies emigren a lugares con mayor densidad de

vegetación para poder así obtener su alimento. En lo que respecta al cambio de uso del suelo, este irá avanzando de manera paulatina y permitiendo el desplazamiento de la fauna.

Habiendo obtenido el *Valor General de la Calidad* para el subsistema y el *Valor Antropizado del Ecosistema*, es posible calcular el *Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales* que ofrece el subsistema que ocurre en la unidad mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$I_{CSA} = V_{GC} \times V_{FE}$$

Donde:

I_{CSA} = Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales

V_{GC} = Valor General de la Calidad

V_{FE} = Valor Funcional del Ecosistema

Derivado de la aplicación de la expresión matemática al subsistema, se pudo obtener el índice de la calidad de los servicios ambientales (Tabla IV.66).

Tabla IV.66.- Valores del Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales para el Subsistema.

Subsistema	Sustitución de la fórmula	Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales	Proporción de la reducción en la calidad de los servicios ambientales (%) ¹
SBC Y SMS	$I_{CSA} = 0.85 \times 0.64$	0.54	0.31
1/ este porcentaje se obtiene en función a la diferencia de los índices de calidad de los servicios ambientales óptimos y los identificados en el Sistema Ambiental.			

Derivado de la aplicación del índice de la calidad del servicio ambiental podemos calificar la calidad de los servicios del subsistema que cae dentro de la superficie del Sistema Ambiental, comparando dichos valores contra los datos del valor general óptimo para el subsistema registra una modificación del 31.01% que representa una modificación media.

Finalmente, derivado del análisis del ecosistema presente en el SA podemos concluir que, en el área sometida a cambio de uso del suelo de terrenos forestales, se estará alterando 1.2765 ha (0.01%) de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia de las 10,836.352 ha presentes.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado para una superficie de **1.2765 hectáreas**, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en la cuenca y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

La superficie que ocuparía el proyecto en el Sistema Ambiental, del predio sujeto al cambio de uso del suelo en terrenos forestales representa tan sólo el 0.01% de la superficie del SA (17,564.1254 ha).

Los especímenes que serán rescatados se describen a continuación, justificando por qué se efectuará dicha acción:

Cabe mencionar que la fauna, principalmente mamíferos, aves, reptiles y anfibios, que se en su momento se presentan en la zona del sitio del proyecto es de manera temporal, de igual forma que algunas son de hábito trepador y epifito, esto debido a que buscan parte de su alimento en las copas de los árboles. En otros casos algunas especies merodean el sitio en busca de hierbas, insectos, granos y presas menores usuales en su hábito alimenticio.

Como conclusión de la biodiversidad dentro del predio respecto a al Sistema Ambiental en la que se ubica dicho proyecto, no es significativa por la cantidad de acciones de mitigación programadas.

IV.3.11.- Protección y Recuperación de Suelos (erosión)

La vegetación funge como fijadores del suelo, lo cual es importante en la región ya que se trata de recurso limitado y frágil, ante fenómenos como la erosión, la pérdida de materia orgánica o la contaminación.

En un recurso no renovable con una cinética de degradación relativamente rápida en comparación con las tasas de formación y regeneración que son extremadamente lentas.

Los objetivos que deben alcanzarse en la protección del suelo son: proteger este recurso de la erosión, mantener la materia orgánica del mismo y proteger su estructura evitando su compactación.

Entre los impactos potenciales sobre el suelo está la contaminación por derrames de material transportado, sustancias utilizadas, residuos generados, y alteración de su composición física y química.

Los impactos mencionados serán mitigados y previstos como ya se mencionó por medidas como evitar el derrame de sustancias peligrosas, la disposición adecuada de los residuos sólidos generados, el resguardo del material removido para utilizarlo en el área propuesta de áreas verdes y así evitar que se pierda la capa fértil del suelo.

IV.3.12 .- El Paisaje y La Recreación.

Respecto a este servicio ambiental, habrá que considerar la definición de paisaje es multidimensional y tan complejo que cualquier definición resultaría incompleta. Varios autores y expertos concuerdan en que la definición más acorde a su significado es la propuesta por el Convenio Europeo de Paisaje (2000): "Paisaje es cualquier parte del territorio, tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la interacción entre el hombre, la naturaleza y el tiempo".

De acuerdo con lo anterior, un paisaje va desde lo excepcional, como puede ser playas de azul turquesa, blancas montañas pobladas de coníferas a lo cotidiano como una zona urbana. Se trata de una concepción humana, que estará definida por el nivel cultura y la personalidad del observador y que, al estar sometido a interacciones a lo largo del tiempo, significa dinamismo y cambio.

De acuerdo con el Convenio Europeo del paisaje, éste tiene un papel importante de interés público en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, y constituye un recurso favorable para la actividad económica y cuya protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleos; el paisaje es una parte importante de la calidad de vida de las personas en todas partes: en las zonas urbanas y en el campo, en las zonas degradadas, así como en las zonas de alta calidad, en las zonas reconocidas como de gran belleza, entre otras.

Algunas de las causas que provocaran la modificación del paisaje, es la construcción del proyecto debido al cambio de uso de suelo, la obra a ejecutar modificará de manera permanente el Paisaje natural en una Superficie de 1.2765 ha, que representan el 0.01% de la superficie de la Microcuenca donde se encuentra el proyecto (17,564.1254 ha).

No existe ninguna medida de mitigación para este impacto ambiental. Sólo de compensación mediante la aportación del Pago al Fondo Forestal Mexicano.

IV.3.13.- Valoración económica de los servicios ambientales que son prestados por el ecosistema.

La necesidad de contar con estimaciones monetarias del valor de los recursos naturales y de los beneficios o costos asociados a cambios en sus condiciones que surgen, por un lado, por la evaluación de proyectos de inversión y las correspondientes evaluaciones de impacto ambiental que hoy deben realizarse, especialmente con aquellos proyectos que hacen uso intensivo de la base de recursos naturales, o generan impactos ambientales importantes.

La CONAFOR en conjunto con la SEMARNAT en sus esfuerzos por lograr La restauración de los recursos forestales, sus recursos asociados y la protección de las microcuencas, ofrece un programa de pago por servicios ambientales, del cual se ha tomado como referencia el costo para la valoración económica de dichos servicios.

Del documento “**La experiencia de México en el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y el Fondo Forestal Mexicano**”, de Febrero del 2004, se ha tomado la referencia del “**Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos 2014**”, el cual se presenta como monto por hectárea, por tipo de ecosistema, como se observa a continuación.

Tabla IV.67.- Monto por el pago de servicios ambientales.

Tipo de ecosistema	Monto por hectárea (pesos)
Otros bosques y selvas	\$ 667.42

La vegetación presente de Selva Baja caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia en el Sistema Ambiental tiene una superficie de 10,836.352 ha, la superficie que estará sujeta a cambio de uso de suelo es de 1.2765 ha, por lo que con base en ello se presenta el siguiente cuadro donde se realiza una estimación de los costos que se obtiene para cada servicio ambiental que pueda ser medible, que fue mencionado anteriormente. Los costos son aproximados en la región para estimar los servicios ambientales.

Tabla IV.68.-Pago anual por servicios hidrológicos

Servicio ambiental	Sujeta a cambio de uso de suelo	Costos aproximados	Monto aproximado anual

Pago por Serv. Hidrológicos	1.2765 ha	\$ 667.42 x Ha	\$851.96
Captación de carbono	232.32 tC	\$ 16.32 x Tonelada	\$ 3,791.49
Captación de agua (infiltrar)	2,176.1636 m ³	\$ 10.0 x m ³	\$ 21,761.64
Vegetación Forestal	1.2765	Varios	\$ 159,788.88
Fauna silvestre	1.2765	Varios	\$ 71,620.00

Nota: Costos del agua es al mes de mayo 2016 por la JAPAC

El monto de vegetación forestal a remover, tomando en cuenta que el área de 1.2765 Ha será sujeta a cambio de uso de suelo, se generaría un monto único de **\$ 159,788.88** que corresponde al valor de la vegetación si se aprovechara para venderla en el mercado.

La estimación económica de la fauna del área de 1.2765 Ha que será sujeta a cambio de uso de suelo, se generaría un monto único de **\$ 71,620.00** que corresponde al valor de la fauna si se aprovechara para venderla en el mercado.

La captación de carbono que se dejará de percibir es de 323.32 toneladas y el costo por este servicio generaría un monto anual de **\$ 3,791.49**.

Respecto a la captación de agua que se dejara de infiltrar corresponde a 2,176.1636 m³/anual en el área sujeta a cambio de uso de suelo, este servicio generaría un monto anual de **\$ 21,761.64** al dejar de aprovechar este volumen de agua anualmente.

El pago por los servicios ambientales se dejaría de percibir anualmente en caso de que se contara con este apoyo, sería del orden de **\$ 851.96** pesos anual.

De esta forma el pago de los servicios ambientales que el área provee y la estimación económica de flora, los recursos biológicos en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se valoran para flora que serán removidas con motivo del cambio de uso de suelo a **\$ 257,813.96 (Son Doscientos Cincuenta y Siete Mil Ochocientos Trece Pesos 96/100 M.N.)**.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1.- IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental (SA), eventos de cambio en el mismo, caracterización y análisis del SA y análisis del diagnóstico ambiental, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SA.

A fin de considerar cualitativa y cuantitativamente las interacciones del proyecto con el medio ambiente, se utilizó el método de formación de matrices.

Para el procedimiento de evaluación de consecuencias o afectaciones ambientales, se tomó en cuenta, las acciones del proyecto y recursos que se utilizan, definiendo:

- **Efecto ambiental:** se puede definir como un cambio adverso o favorable sobre un ecosistema, originalmente ocasionado por el hombre y casi siempre como consecuencia de un impacto ambiental.
- **Impacto ambiental:** se define como un juicio de valor que trata de calificar o estimar cualitativamente o cuantitativamente *a priori* un cambio o efecto ambiental.

Para evaluar el impacto ambiental se realizan:

a) Un listado, primera matriz (tabla V.2), donde se expone cada acción correspondiente a rehabilitación y operación, su interacción con los componentes del ambiente, identificando el tipo de efecto y su impacto cualitativo.

b) En una segunda matriz (tabla V.3), se considera el tipo de impacto, sus efectos y la estimación de su magnitud e importancia, estimación cuantitativa.

En el desarrollo del presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende, por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SA para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra y/o actividad), de manera que, se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SA.

V.1.1.- Indicadores de Impacto:

A continuación, se realiza la descripción de los impactos ambientales que generará el proyecto y que se han identificado y valorado en este capítulo:

Descripción de los impactos ambientales negativos

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
FLORA	PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de cobertura vegetal en un área de 1.2765 ha, lo cual representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE EJEMPLARES	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de 6,497 plantas en un área de 1.2765 ha, de las cuales 883 serán árboles y 6,614 serán arbustos. Se estima que el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	REDUCCIÓN DEL HÁBITAT	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de la vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado

		representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD A NIVEL DE INDIVIDUOS	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de 6,497 plantas en un área de 1.2765 ha, de las cuales 883 serán árboles y 6,614 serán arbustos. Se estima que el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE CARBONO VEGETAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de vegetación en un área de 1.2765 Ha, lo cual representa la eliminación de 323.32 ton de carbono vegetal en el área de cambio de uso de suelo de la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. Lo anterior representa el 0.01% de la reserva de carbono vegetal (1972216.06 ton.) del sistema ambiental del proyecto y el 0.03% de la reserva de carbono vegetal (837728.53 ton.) del área de influencia del proyecto. Lo antes descrito se basa en la estimación efectuada por Bellón et al. 1993, quien menciona que en una superficie de una hectárea puede haber de 30-100 ton./carbón/ha.
	MODIFICACIÓN DEL PAISAJE NATURAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el

		área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	ALTERACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	La pérdida de infiltración en 1.2765 ha (CUSTF) de cobertura forestal relacionada con el impacto que se generará, dejará de infiltrar 2,176.1636 m³ anuales, que corresponde a 0.02%) del total de infiltración en el Sistema Ambiental, no se prevé una afectación significativa al SA debido a que no se aprovechará el recurso, además la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo es visiblemente menor a la superficie del SA delimitada, por lo que la reducción de la superficie de captación de agua no es significativa y la pérdida de infiltración en el Área de Influencia representa el 0.03%.
FAUNA	AHUYENTAMIENTO	La fauna que habita la zona del proyecto presenta una buena diversidad de especies debido principalmente a que es un área poco explotada, la ganadería, extracción de madera, agricultura y pastizales son principalmente los impactos presentes, además de ser un sitio de mucha cacería de animales silvestres entre los que destacan venados, conejos y palomas. Esta densidad, sin embargo, refleja la alta concentración de algunas especies de fauna que son características de áreas perturbadas pero que además también deambulan animales domésticos como perros y gran cantidad de vacas y burros que provocan daños considerables al ecosistema. Sin embargo, el estar establecida la reserva ecológica contigua al proyecto, en este lugar y en coordinación con el departamento ambiental de la minera, se suscitan importantes programas de apoyo para la conservación, manejo y restauración del sitio tanto donde se desarrollara este proyecto así como también en las inmediaciones de la zonas afectadas y en gran medida dándole auge a la reserva en lo que concierne a el apoyo para los diversos programas de protección a la naturaleza dentro y fuera de la zona.

		Los índices de diversidad nos indican una buena diversidad de aves para el proyecto, sin embargo, esta diversidad confluye básicamente especies no nativas o bien aves que son comunes en áreas perturbadas, sin embargo, si se llevan a cabo modificaciones a la zona se podría mejorar en gran medida el aumento en la variabilidad de las poblaciones sobre todo nativas y endémicas, al igual que la mayoría de las especies de fauna, reptiles, anfibios, mamíferos e insectos.
	REDUCCIÓN DEL HÁBITAT	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
SUELO	MODIFICACIÓN DEL RELIEVE	Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve en una superficie de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE CARBONO DEL SUELO	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha). Lo antes descrito se basa en la estimación efectuada por Bellón et al. 1993, quien

		menciona que en una superficie de una hectárea puede haber de 30-100 ton/carbón/ha. El propio suelo servirá para formar los niveles de terraplén, compactándolo en los sitios donde se abran cortes de cajón, el producto de excavación se empleará en la construcción de terraplenes, compactándolos según el tipo de material y dando la pendiente hacia los lados, donde se formarán canaletas pluviales para evitar erosión.
AIRE Y ATMÓSFERA	Contaminación atmosférica por polvo	Se puede alterar la visibilidad en un radio de 20 metros a la redonda, por el polvo que se genere durante la actividad de formación de terracerías.
	Contaminación atmosférica por gases	El movimiento de la maquinaria y vehículos que participen en la ejecución de las obras y actividades del proyecto, generarán emisiones de gases a la atmósfera

Descripción de los impactos ambientales positivos

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
GENERACIÓN DE EMPLEOS	Con el proyecto se crearán 15 puestos de trabajo directos y 30 indirectos. En la contratación de personal se dará prioridad a los habitantes de las localidades aledañas al proyecto.
DERRAMA ECONÓMICA	Se efectuará una inversión fija de \$ 24,500,000.00 los cuales incluyen el pago de salarios; el pago de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; la adquisición, insumos y materiales; combustibles, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.

V.2.- EVALUACIÓN DE LOS IMPACTO AMBIENTALES:

V.2.1.- ANÁLISIS DE LOS IMPACTO AMBIENTALES

PLANTA DE BENEFICIO:

Se realizará la construcción de una planta de beneficio y presa de jales, además un módulo de aprovechamiento minero por medio del método de flotación

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m²)
1	Planta de Beneficio	67061.4445

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m²)
2	Campamento	2588.6923
3	Cerro Pelón	566.8413
4	Enjambre	472.8453
5	Enjambre C-P	437.2392
6	El Salate	508.9206
7	La Cero	467.9607
8	Polvorín	388.0022
9	Veta 3	692.5987
10	Veta 6	734.7302
11	Veta 9	892.7202
12	M005	682.6108
13	La 60	726.4061
14	547	592.7243
15	548	456.8783
16	550	562.8489
17	551	554.4495
18	552	504.3120
19	553-554	934.1461
20	Presa de Jales	1982.9180
	TOTAL	81809.2892

A continuación, se realiza una descripción de los principales aspectos e impactos ambientales de cada una de estas ACCIONES:

ACCIONES DE CONSTRUCCIÓN:

A.- CONSTRUCCIÓN CAMINO ALTERNO

1. Preparación del sitio (desmonte y despalme)
2. Terracería: cortes y terraplenes.
3. Obras complementarias

B.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CAMINO

PREPARACIÓN DEL SITIO:

DESMONTES:

Remoción de la cubierta vegetal: Solamente se removerá la vegetación natural que se encuentra exclusivamente en el trazo de camino.

Ahuyentamiento de fauna silvestre.

- Evitar dañar la vegetación del área adyacente al camino alterno carricitos.
- Realizar el Ahuyentamiento y desplazamiento paulatino de fauna silvestre a sitios adyacentes a la obra.
- Realizar un recorrido exhaustivo para ubicar, rescatar y trasplantar aquellas especies que su baja movilidad requieran ser rescatadas.
- La empresa deberá contratar un profesional ambiental con experiencia, que sea capaz de detectar en el campo, sitios considerados como críticos para la fauna silvestre, así como aquellos utilizados para reproducción.

Etapa de Desmante.

- Se utilizará solo herramientas y equipo mecánico, no productos químicos ni uso de fuego.
- Los productos del desmante estancones y postes serán donados a las comunidades del ejido Santiaguillo y Anexas; los restos vegetales como ramas deberán ser triturados y esparcidos en áreas adyacentes para asegurar su pronta incorporación como materia orgánica.

La vida útil del Proyecto, está considerada 20 años, y se considera como acceso al futuro proyecto del tajo-portal del desarrollo de infraestructura de apoyo para el proyecto minero.

No.	ACTIVIDAD	MESES			
		I	II	III	IV
1	Selección del sitio	XX			
2	Remoción de cubierta	XX	XX		
3	Remoción de suelo	X	XX		
4	Corte de talud y formación de terraplén	XX	XX		
5	Revestimiento y compactación		X	XX	
6	Operación y mantenimiento				hasta 20 años

Selección del sitio: Este se seleccionó tratando de ubicar la infraestructura necesaria en lugares con menor densidad de vegetación, con el fin de reducir el daño a la condición natural del suelo, asimismo, de acuerdo con las especificaciones de caminos.

Remoción de la cubierta vegetal: Solamente se removerá la vegetación natural que se encuentra exclusivamente en el trazo de camino.

Corte de talud y formación de terraplén: Debido a las características topográficas del área del proyecto, es necesario realizar cortes y con el producto de los cortes formar rellenos de acuerdo a la topografía y necesidad del terreno, además se realizarán, nivelaciones con terraplenes a fin de lograr la compactación deseada y para reducir el área de impacto, con el fin de cumplir con las especificaciones para este tipo de camino.

A) TERRACERÍAS:

Despalme y Roza.

Se despalmará la vegetación existente con maquinaria pesada (Tractor D-8N), toda vegetación producto del desmonte y despalme se retirará en cargadores tipo payloader y camiones de volteo hacia un área de donde puedan ser aprovechados por habitantes del Ejido. Se efectuará una roza para quitar maleza y se colocará en el lugar que señale la supervisión.

Cortes

En los sitios donde se abran cortes de cajón, el producto de excavación se empleará en la construcción de terraplenes, compactándolos según el tipo de material. En aquellos tramos donde no se requiera de los conceptos mencionados, se deberá tratar la superficie de rodamiento existente para formar una capa de desplante con el ancho necesario y talud de 1.5:1, tomando en cuenta el nivel de la Rasante del proyecto. La superficie tratada como capa de desplante, se compactará como mínimo al 90% de su peso volumétrico seco máximo.

USO DE EXPLOSIVOS:

La extracción de material C (rocoso), clasificación 10-50-40 se efectuará con un track-drill para la barrenación y el uso de explosivos en un 40% en roca y será removido por un tractor bulldózer caterpillar. Se usarán las cantidades aproximadas: 18 metros de mecha, 50 iniciadores dual delay 200/500, 50 sacos de ANFO de 25 kg y 4 cajas de explosivo de 2"x16" de 25 kg.

TERRAPLENES:

Para el caso de terraplenes, se construirá el cuerpo con altura variable dependiendo de la rasante del proyecto y se extenderá en capas de 0.20 m, si la altura es menor de 0.80 m y si es mayor se construirá de 0.50 m, compactándose al 90% de su PVSM.

EQUIPO A UTILIZAR.

EQUIPO	CANTIDAD	T/
Cargador frontal (tractor D8N)	Uno	Cuatro
Motoconformadora	Una	Cuatro
Compactador de rodillo liso	Uno	Dos
Camión Pipa	Uno	Cuatro
Camiones de Volteo	Variable	Cuatro

PERSONAL UTILIZADO.

CATEGORIA	NUMERO	TIEMPO (semanas)
Operadores de Maquinaria	2	Cuatro
Ayudantes	2	Cuatro
Albañiles y Peones	5	Cuatro
Montadores e Instaladores	5	Cuatro
Total personal	14	Cuatro

Etapa de operación y mantenimiento

Después de cada temporada de lluvias, el camino será rehabilitado en las zonas donde se haya sufrido intemperismo, erosión o daños; utilizando equipo de nivelación y relleno, manteniendo la corona y rehabilitando los canales de drenaje pluvial. Se utilizará para tal fin maquinaria como:

Tractor D8N
Motoconformadora

Tabla V.3. Matriz de impactos significativos o relevantes en el desarrollo de obra.

IMPACTOS POTENCIALES EN LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA AMBIENTAL			ACTIVIDADES QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA FASE DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO ALTERNO CRRICITOS		
CRITERIOS	B= Benéficos; A= Adversos; 1-10=Magnitud; t=temporales; p= permanentes.		PREPARACIÓN DEL SITIO (DESMONTE Y DESPALME)	TERACERIAS, CORTE Y RELLENO	OBRAS COMPLEMENTARIAS
		RELEVANTE/SIGNIFICATIVO			
		BENÉFICO			
		MITIGABLE			
FACTORES FÍSICOS	Agua e Hidrología	Balance hídrico	3At	3At	Bp
	Aire y Atmósfera	Emisiones de gases	1At	3At	1At
	Suelos y Sedimentos	Cambio uso de suelo	2At	5Ap	Bp
FACTORES BIOLÓGICOS	Flora	Vegetación terrestre	10Ap	Sin impacto	Sin impacto
	Fauna	Fauna terrestre	3At	Sin impacto	Sin impacto
FACTORES SOCIO ECONÓMICOS	Sociales	Usuarios	Bp	Bp	Bp
		Empleos/jornales	Bt	Bt	Bt
	Económicos	Derrama regional	Bp	Bp	Bp

Tabla V.3. Matriz de impacto significativo o relevante de las actividades de operación y mantenimiento.

IMPACTOS POTENCIALES EN LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA AMBIENTAL			ACTIVIDADES QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.		
CRITERIOS	B= Benéficos; A= Adversos; 1-10=Magnitud; t=temporales; p= permanentes.		TRANSITO DE VEHICULOS	TERRACERIAS	OBRAS COMPLEMENTERIAS
		RELEVANTE/SIGNIFICATIVO			
		BENÉFICO			
		MITIGABLE			
FACTORES FÍSICOS	Agua e Hidrología	Balance hídrico	Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto
	Aire y Atmósfera	Emisiones de gases	1At	3At	1At
	Suelos y Sedimentos	Cambio uso suelo	1At	1At	1At
FACTORES BIOLÓGICOS	Flora	Vegetación terrestre	Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto
	Fauna	Fauna terrestre	Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto
FACTORES SOCIO ECONÓMICOS	Sociales	Usuarios	Bp	Bp	Bp
		Empleos/jornales	Bt	Bt	Bt
	Económicos	Derrama regional	Bp	Bp	Bp

V.3.- Metodologías de evaluación y justificación de la metodología utilizada:

A fin de considerar cualitativa y cuantitativamente las interacciones del proyecto con el medio ambiente, se utilizó el método de formación de matrices de Leopold.

Para el procedimiento de evaluación de consecuencias o afectaciones ambientales, se tomó en cuenta, las acciones del proyecto y recursos que se utilizan, definiendo:

- **Efecto ambiental:** se puede definir como un cambio adverso o favorable sobre un ecosistema, originalmente ocasionado por el hombre y casi siempre como consecuencia de un impacto ambiental.
- **Impacto ambiental:** se define como un juicio de valor que trata de calificar o estimar cualitativamente o cuantitativamente *a priori* un cambio o efecto ambiental.

Para evaluar el impacto ambiental se realiza:

- a) Un listado, primera matriz (tabla V.2), donde se expone cada acción correspondiente a construcción, operación y abandono del sitio, su interacción con los componentes del ambiente, identificando el tipo de efecto y su impacto cualitativo.
- b) En una segunda matriz (tabla V.3), se considera el tipo de impacto, sus efectos y la estimación de su magnitud e importancia, estimación cuantitativa.

Tipos de impactos identificados:

- a) **Impacto adverso poco significativo:** Se refiere a un impacto cuyo efecto se puede mitigar, al considerar, ya sea un uso adecuado del recurso que sustente una actividad a largo plazo, la compatibilidad, temporalidad o la posibilidad de acciones que permitan disminuir o prevenir el efecto.
- b) **Impacto adverso significativo:** Este se considera cuando el impacto no es mitigable y aun cuando cese la actividad por acciones o mecanismos naturales pueda volver a recuperarse.
- c) **Impacto benéfico poco significativo:** Cuando el impacto puede tener un efecto indirecto y acumulativo sobre un aspecto del medio ambiente incluyendo los socioeconómicos.
- d) **Impacto benéfico significativo:** Cuando el impacto tiene una repercusión intensa sobre un aspecto del medio ambiente incluyendo los socioeconómicos.

- e) **Impacto compensado**: Se refiere a un efecto que se equilibra, es decir, cuando un elemento del medio ambiente tiene un uso compatible y sustentable con la actividad generadora del impacto.
- f) **Impacto desconocido**: Cuando su efecto no es directo, pudiendo ser benéfico o adverso, dependiendo de sí el impacto puede ser mitigado.

V.4. Conclusiones.

Con la información generada en los apartados V.1 y V.2, debe permitir presentar una discusión razonada y sustentada que justifique:

1. Cuáles son los impactos relevantes que el proyecto puede ocasionar, ya sea de forma independiente o derivado de un efecto acumulativo con otros que ya están ocurriendo en el SA.
2. Las razones que justifican porqué considera que los impactos relevantes son aceptables, en términos de que se respeta la integridad funcional y la capacidad de carga del o los ecosistemas.

Con base en la información analizada en los capítulos precedentes, la opinión de expertos y las técnicas de evaluación de los impactos ambientales utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo en el Capítulo siguiente se presentan las medidas mediante las cuales se podrá prevenir, mitigar y compensar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Por lo anterior, es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas que se encuentran dentro del sistema ambiental aquí descrito.

Estas conclusiones demuestran que:

1. Se describieron y analizaron los diversos factores que conforman los ecosistemas, en específico aquellos con los que el proyecto tiene interacción, por lo que la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

a) Calificar el efecto de los impactos sobre los elementos que conforman a los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental de la LGEEPA).

g) Desarrollar esta calificación en el contexto de un Sistema Ambiental (Artículo 12, fracción IV del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA) y al Área de Influencia del proyecto, de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.

2. En el contexto de impacto relevante establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se pretende afectar un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).

3. Se evidencia que, si bien el proyecto puede generar impactos potencialmente relevantes al SA y al AI, la extensión de los mismos (0.01% del SA y el 0.03% del AI) y la aplicación de medidas preventivas y correctivas permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos², de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA y AI.

4. Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes tal como los corredores biológicos y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no serán afectadas debido a que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SA y AI, de forma específica existe una potencial afectación a individuos (diversidad alfa o local) que no se encuentran bajo categorías de riesgo, sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales a la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afectará a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

5. Adicionalmente, tal y como se presentará en el siguiente capítulo, para todos los impactos se proponen medidas de prevención y de planeación para el desarrollo del proyecto que permitan disminuir su relevancia y hacer compatible el proyecto con los atributos ambientales del SA y del AI.

6. Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará alteraciones de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afectan negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos, permitiendo la continuidad en el funcionamiento de los ecosistemas presentes en el SA y AI.

²LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII.-** Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

CAPITULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

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 y selvas sin destruirlos; aquí radica la importancia de un documento como este, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas.

La demanda de bienes y servicios se encuentra íntimamente vinculada al aumento de la población. Es por ello que las actividades necesarias para proveer de bienes y servicios a los demandantes deben realizarse con apego a las disposiciones ambientales legales, de tal forma que, se permita un rango de compensación al ambiente por el impacto causado.

En el presente proyecto, se integrarán los elementos que desde la perspectiva Técnica, Económica y Social, aporten a la entidad responsable de su valoración, los elementos de convicción suficientes que le permitan otorgar la Autorización para el Cambio de Uso de Suelo por excepción; lo anterior, derivado de que con el basamento de los contenidos del artículo 93 de la *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF del 05 de Junio de 2018)* y de los Artículos 120 y 121 de su Reglamento, se aspira demostrar que se actualizan puntualmente los supuestos que la citada Ley de la Materia y su reglamento establecen para tal efecto y que en definitiva, con las obras contempladas en el proyecto, se demuestra 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.

Considerando que el proyecto que sustenta el presente estudio reviste de gran importancia para el desarrollo económico y social de la región y del estado, en los párrafos subsecuentes se desahogan los cuatro criterios normativos, establecidos en el marco jurídico que rige el procedimiento que nos ocupa, mismos que motivan la autorización excepcional del cambio de uso de suelo en terrenos forestales socilitado.

VI.1. Justificación Técnica.

JUSTIFICACIÓN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS SE MANTENDRÁ.

Biodiversidad de flora

Para determinar que se mantendrán los ecosistemas y la biodiversidad del área, se ha tomado en cuenta la información obtenida en el muestreo de flora del área de estudio, de la cual se obtuvo el índice de Shannon-Wiener y este se ha comparado con los mismos índices para cada estrato de la información obtenida de los sitios del Sistema Ambiental, definida para el presente proyecto, lo que derivó en los siguientes resultados:

Tabla VI.1.- Comparación de biodiversidad en el Sistema Ambiental y en el área de Cambio de Uso del Suelo.

Tipo de vegetación	Riqueza específica		Índice de Biodiversidad	
	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto
Selva baja caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia	60	52	3.2612	3.2250

Como se puede observar en el cuadro anterior, existe mayor riqueza y un índice de biodiversidad más alto en el Sistema Ambiental, en mejores condiciones de riqueza y biodiversidad que en el área sujeta al cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Esta información se refiere al estrato arbóreo donde se pueden observar mayor presencia de especies en el Sistema Ambiental que en el área del proyecto para el estrato arbóreo, aunque no todas las especies encontradas en el área del proyecto se encuentran en el Sistema Ambiental, dentro del área del proyecto no se encuentran ninguna especie enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De igual manera, si comparamos el valor de importancia de las especies arbóreas tanto del Sistema Ambiental como del área del proyecto, podemos ver si las especies por afectar en el área de cambio de uso del suelo se encuentran representadas en el Sistema Ambiental, si bien no todas las especies encontradas en las áreas se encontraron en los sitios del Sistema Ambiental, estas especies se encuentran representadas y bien distribuidas en toda la región de Sinaloa, así como en los listados de la CONABIO y con ello validar que no se pone en riesgo su permanencia. Como se presenta en el resumen a continuación:

Tabla VI.2.- Comparación del Sistema Ambiental y de el área de cambio de uso del suelo del número de especies del Estrato Arbóreo y Arbustivo.

Tipo de Vegetación	N° de especies presentes en el área de cambio de uso del suelo	Especies de las áreas de cambio de uso del suelo encontradas en los sitios del Sistema Ambiental	Especies no encontrada en los sitios del Sistema Ambiental
SBC y SMS Arbórea	52	51	1

En anexo 5, se presenta digitalmente un archivo en Excel, donde se compara las especies del estrato arbóreo con las especies de los sitios del Sistema Ambiental, denominado.

Tabla VI.3.- Comparación del Sistema Ambiental y de el área de cambio de uso del suelo del número de especies del Estrato Arbóreo.

Tipo de Vegetación	N° de especies presentes en el Sistema Ambiental	Especies del Sistema Ambiental que no están en las áreas de cambio de uso
SBC y SMS Arbórea	60	9

Tabla VI.4.- Listado de las especies que no están en los sitios del Sistema Ambiental.

N°	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	No listada

Tabla VI.5- Listado de comparación respecto al I.V.I. de las especies encontradas en el Predio, con respecto a las especies del Sistema ambiental, Estrato Arbóreo.

Cuadro de comparación de especies del SA y del Predio					
ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Sistema Ambiental		Predial	
		n	I.V.I. %	n	I.V.I. %
Alernillo/Brasilillo	<i>Colubrina heteroneura</i>	65016	3.21	1	0.57
Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	400932	8.66	23	8.88
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	65016	2.36	6	2.57
Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	140868	2.51	43	6.69
Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	54180	1.92	17	5.27
Berraco	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	162540	5.39	12	5.34
Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	108360	3.62	4	2.68
Bonete	<i>Jatropha peltata</i>	238392	6.89	10	4.3
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	747684	19.13	74	25.85
Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	97524	5.74	9	7.09
Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1907136	38.48	143	34.26
Carne de gallina	<i>Mascagnia macroptera</i>	43344	1.03	2	0.73
Colorín	<i>Erythrina occidentalis</i>	151704	5.31	6	1.97
Copalillo	<i>Bursera bipinnata</i>	54180	2.26	8	2.9
Copalquín	<i>Courea pterosperma/Hintonia latiflora</i>	21672	1.41	3	1.39
Crucesilla	<i>Randia mitis</i>	21672	1.23	1	0.57
Cuajilote	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	10836	0.88	1	0.99
Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	227556	5.63	69	14.15
Cupía	<i>Sideorxylon persimile</i>	119196	2.18	4	1.02
Frutillo	<i>Rivina humilis</i>	75852	2.84	23	6.06

Cuadro de comparación de especies del SA y del Predio					
ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	Sistema Ambiental		Predial	
		n	I.V.I. %	n	I.V.I. %
Garrapatilla	<i>Casearia dolichophylla</i>	530964	10.11	24	6.23
Guajillo	<i>Leucaena leucocephala</i>	32508	1.53	2	0.76
Guayabillo	<i>Eugenia sinaloae</i>	65016	1.82	3	0.93
Hiza	<i>Sapium lateriflorum</i>	769356	27.32	37	16.01
Jumay	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	119196	2.77	6	2.63
Jútamo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	195048	6.67	12	5.86
Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	921060	25.67	89	32.73
Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	314244	13.85	30	17.25
Mora hedionda	<i>Senna atomaria</i>	21672	1.23	4	1.55
Muelilla	<i>Zanthoxylum fagara</i>	32508	1.34	2	1.2
Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0	0	2	0.71
Navío	<i>Conzattia multiflora</i>	119196	6.18	2	2.06
Negrito	<i>Karwinskia parvifolia</i>	86688	2.68	7	3.11
Palo blanco	<i>Ipomoea arborescens</i>	75852	6.39	3	2.75
Palo sapo o Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	205884	6.57	15	6.69
Palo zorrillo	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	227556	5.59	9	3.13
Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	97524	2.7	18	4.14
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	119196	4.49	16	6.08
Periquillo/Panalillo bronco	<i>Thouinidium decandrum</i>	86688	2.9	4	1.46
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i>	32508	2.53	5	2.43
Roble	<i>Quercus magnoliifolia</i>	140868	3.84	8	3.1
Rosa amarilla	<i>Cochlespermum vitifolium</i>	32508	1.59	11	6.62
Salate	<i>Ficus pertusa</i>	10836	1.16	1	5.11
Sangregado	<i>Jatropha malacophylla</i>	21672	0.79	3	1.31
Tachinole	<i>Urera caracasana</i>	606816	13.23	32	9.26
Taliste/Cabo de hacha	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	108360	3.68	28	6.09
Tasajo de 3 gajos	<i>Acanthocereus occidentalis</i>	162540	3.23	9	2.89
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	43344	3.01	2	1.77
Vara prieta/Latilla	<i>Senna pallida</i>	21672	0.89	1	0.6
Venadillo	<i>Swietenia humilis</i>	43344	2.68	2	2.4
Vinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	86688	2.76	29	6.87
Walamo/Uvalama	<i>Vitex mollis</i>	21672	0.76	8	2.99

De acuerdo a lo anterior, se realizó un análisis de la especie del estrato arbóreo que no fué encontrada en el sitio de muestreo levantados en el Sistema Ambiental, en el que se determina que el listado del cuadro anterior, es especie muy común y de amplia distribución en el estado de Sinaloa, por lo que el hecho de no reportarse en los sitios del Sistema Ambiental no significa que sean especies únicas del sitio del proyecto. En la zona del Sistema Ambiental sólo entra por la parte Este de la misma la Región Terrestre Prioritaria denominada Presidio (Clave 55), pero en el área de interés no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, ninguna Región Hidrológica Prioritaria, ni AICA's o Área Natural Protegida.

De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar lo siguiente:

1.- El estrato arbóreo en el Sistema Ambiental está mejor conservado que en el área de cambio de uso del suelo, debido a que presenta mayor biodiversidad, una mayor riqueza y mejor distribución.

2.- Con base en el Índice del Valor de Importancia (I.V.I.) se observa que, en el área del Sistema Ambiental, el índice presenta mayor distribución entre las especies debido a la riqueza tan alta que se presenta; en el área de cambio de uso del suelo, (las especies con el I.V.I. más alto (arriba del 10%) llegan a tener un 140.25%, que lo representan 6 especies; del 5 al 10% del I.V.I. lo representan 11 especies, con un valor del I.V.I. de 71.90% y el resto 31 especies, llegan a completar el 61.63% y en la zona del Sistema Ambiental valor de importancia más alto con 38.48%, (de las especies con el I.V.I. más alto (arriba del 10%) representan 147.79%, que recae sobre 7 especies; 11 especies con un I.V.I. entre 5 y 10% representan un valor de 69.01% y el resto de especies (42 especies) representan el 83.20%, del total del valor de 300%.

3.- La presencia de grupos dominantes es sensiblemente mayor en el Predio que en el Sistema Ambiental.

4.-Es importante señalar que, en el área sujeta a cambio de uso del suelo, dos de las especies encontradas en la zona del proyecto, se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo la Amapa prieta (*Tabebuia impetiginosa*) y el Bolillo/Trucha (*Albizia occidentalis*), mismas que también, se encontraron en los sitios de muestreo del sistema ambiental, siendo sensiblemente similar el Valor de Importancia, tanto del área de cambio de uso de suelo, como en los sitios de muestreo del sistema ambiental y el área no está sobre ningún Área de Protección de Flora y/o Fauna.

5.- La distribución del valor de importancia por especie estimados para el Sistema Ambiental, podrían variar al aumentar el número de unidades de muestreo, es decir, el orden de importancia de las especies podría variar, sin embargo, la riqueza y los valores de biodiversidad aumentarían, en virtud de que el porcentaje de muestreo o de datos utilizados para la estimación son bajos con relación a la superficie total del Sistema Ambiental. Lo que hace evidente la mayor riqueza, mejor distribución y por tanto mayor biodiversidad del Sistema Ambiental en comparación con el área sujeta a cambio de uso del suelo.

6.- Dentro del área del proyecto, se registran sólo una especie que no se presenta en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental, estas especies se contemplan en el listado de las especies del Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

Listado de especies contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

ID	Especie	Nombre científico	n	I.V.I. %	SOBREVIVENCIA 80%
1	Amapa prieta	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	23	8.88	18
2	Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	6	2.57	5
3	Barba de chivo	<i>Pilosocereus alensis</i>	43	6.69	34
4	Barreta	<i>Wimmeria mexicana</i>	17	5.27	14
5	Bolillo/Trucha	<i>Albizia occidentalis</i>	4	2.68	3
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	74	25.85	59
7	Camichina	<i>Ficus cotinifolia</i>	9	7.09	7
8	Cardón	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	143	34.26	114
9	Cucharo	<i>Chloroleucon mangense</i>	69	14.15	55
10	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	89	32.73	71
11	Mora amarilla	<i>Maclura tinctoria</i>	30	17.25	24
12	Nanchi	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.71	2
13	Papasolte	<i>Physodium corymbosum</i>	18	4.14	14
14	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	16	6.08	13
15	Salate	<i>Ficus pertusa</i>	1	5.11	1
	TOTAL		572		458

Biodiversidad de la Fauna

Para justificar que no se compromete la biodiversidad de la fauna, se innovó un análisis comparativo integral de la fauna silvestre de presencia en el área del proyecto con respecto a los ecosistemas por afectar dentro de la unidad de análisis definida como el Sistema Ambiental, utilizando los indicadores de la diversidad faunística.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

AVES

Índice de Shannon en aves dentro y fuera del predio

Con respecto al índice de Shannon para la diversidad de las aves, se puede observar la diferencia entre el análisis dentro y fuera del predio, dentro del predio se obtuvo un valor para el índice de Shannon de 2.5074 y una Hmax = 3.5551, con lo que se determina que se trata de una diversidad Media, cuya riqueza es de 35 especies, sin embargo, las especies fuera del predio comprenden una mayor diversidad con respecto a las especies que se encuentran

dentro del predio ya que esta diversidad está por arriba de los 4.2949 y una $H_{max} = 4.3821$, con lo que se determina con una diversidad Alta, cuya riqueza es de 80 especies. En conclusión, los valores de las cantidades de especies están muy por encima en los sitios muestreados fuera que dentro.

MAMÍFEROS

Índice de Shannon en Mamíferos dentro y fuera del predio

En relación a la diversidad de mamíferos el índice de Shannon arrojó una diversidad baja dentro del predio con 7 especies (Índice Shannon 1.7485) y una media-alta fuera del mismo con 19 especies (Índice Shannon 2.9032) ya que a pesar de la diversidad de especies los individuos que se observan dentro del predio son los organismos que generalmente se pueden observar en una salida regular de campo, en cambio, las especies fuera del predio comprenden especies no comunes en una tercera parte de los mismo.

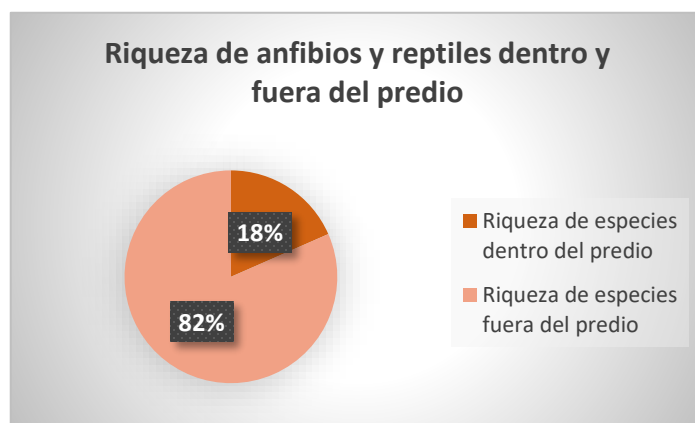
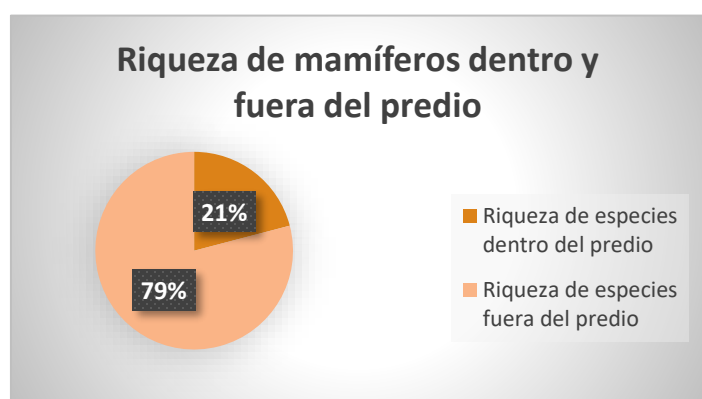
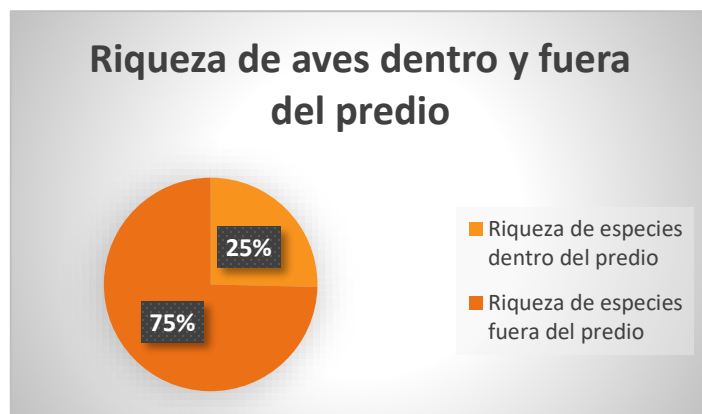
ANFIBIO Y REPTILES

Índice de Shannon de Anfibios y Reptiles dentro y fuera del predio

Los resultados de acuerdo al índice de Shannon de los anfibios y reptiles dentro de los predios muestreados presentan una diversidad baja encontrándose entre los 1.0285 dentro del predio mientras que fuera del predio se observa que alcanza los 2.7838 con respecto a la diversidad media. De tal forma que la diversidad de especies para los dos sitios es poco representativa ya que las especies encontradas no representan mayor problema con un buen manejo de los individuos que se podrían encontrar en los sitios donde vaya a haber actividades. Las especies dentro del predio representan organismos que son representativos de zonas impactadas, siendo que los anfibios solo es posible observarlos en temporada lluviosa, en cambio las especies que se localizan fuera son organismos que es posible observarlos en sitios poco perturbados, al igual, los anfibios suelen encontrarse en las áreas verdes boscosas de las cañadas húmedas que alrededor de esa área son espacios muy comunes.

Tabla VI.4.- Comparación de biodiversidad en el Sistema Ambiental y en el área de Cambio de Uso del Suelo.

CONCEPTO	Riqueza específica		Índice de Biodiversidad	
	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto	Sistema Ambiental	Área cambio de uso del suelo proyecto
AVES	306	104	4.2949	2.5074
MAMÍFEROS	68	18	2.9032	1.7485
REPTILES ANFIBIOS	62	14	2.7838	1.0285



Distribución del Riqueza dentro y fuera del predio.

Tabla VI.5.- Especies encontradas en el predio y en el Sistema Ambiental que se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	UBICACION
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frenteblanca	Pr	Fuera del predio
<i>Aratinga canicularis</i>	Loro frentenaranja	Pr	Fuera del predio
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico de marfil	Pr	Fuera del predio
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	Pr	Fuera del Predio
<i>Aspidoscelis costata</i>	Guico	Pr	Dentro y fuera del predio
<i>Boa constrictor</i>	Boa	A	Fuera del Predio
<i>Cyanocorax beecheii</i>	Chara sinaloense	P	Fuera del predio
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr	Fuera del predio
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana prieta	A	Fuera del predio
<i>Forpus cyanopygius</i>	Catarino	Pr	Fuera del predio
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	Fuera del Predio
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	Pr	Fuera del Predio
<i>Lithobates forreri</i>	Rana pinta	Pr	Fuera del predio
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirrionera	A	Fuera del Predio

Recomendaciones

Debido al alto impacto de la zona a consecuencia de que es un sitio urabinzado, se recomienda lo siguiente:

1. No se capturarán animales, si no se tiene la capacidad y conocimiento de manejo ya que pueden sufrir un accidente en ocasiones de consecuencias fatales ya que en esta zona es común especies venenosas como alacranes o ciempiés o alguna mordedura por ratones o ardillas.
2. Previo al desmonte, se realizarán recorridos a pie por toda el área de trabajo para ahuyentar a las especies de fauna silvestre. Los animales de lento desplazamiento, se rescatarán e inmediatamente se liberarán a más de 10 km dentro de la vegetación contigua a la zona del proyecto, tal el caso de iguanas, ranas, sapos, culebras, ratones silvestres, entre otros.
3. Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre en la zona directa al área de trabajo y en sitios aledaños, con excepción de aquellas actividades relacionadas con el rescate y reubicación de flora y fauna. Se evitará dar alimento a la fauna silvestre.
4. Se evitará quemar desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.

Por lo expuesto en este punto, se encuentra acreditada la primera hipótesis normativa que establece el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, se demuestra que la biodiversidad de los ecosistemas se mantiene.

JUSTIFICACIÓN QUE LA EROSIÓN DEL LOS SUELOS, SE MITIGUE EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL.

Para conocer de manera precisa el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, se evaluó el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, en donde, se estimó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPS) la pérdida potencial de suelo en tres escenarios, el primero con el estado actual en que se encuentra el sitio sin proyecto, y el segundo escenario, con el proyecto una vez realizado el desmonte (Sin considerar la obra) y el tercero con la restauración a fin de MITIGAR el aumento de la tasa de erosión a nivel sitio del proyecto.

Los resultados obtenidos de la pérdida potencial de suelo, y que se detallaron en esta información del presente estudio, son los siguientes:

Tabla VI.5.- Erosión hídrica del área de cambio de uso del suelo

Concepto	Erosión (ton/ha/año)		
	Natural	Con proyecto potencial	Con proyecto construyendo las obras del mismo
Erosión Potencial media	3.3634	29.8232	3.5911
Clasificación	Ligera	Moderada	Ligera

La actividad que se realizará para evitar la erosión, como medida de mitigación se propone realizar el rescate de 638.25 m³, (para utilizarlos como sustrato en las áreas a restaurar), (para utilizarlos como sustrato en el área que se restaurará) y se realizará la restauración de un área al final del proyecto de una superficie de 6.9044 ha por lo tanto, la pérdida de suelo sería mínima, se realizarán Obras de Conservación del Suelo y Agua (Sistema Zanja Bordo) aguas debajo de cada polígono del proyecto.

Para estimar la erosión del suelo en la superficie sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que es un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial de los suelos.

a) Pérdida de suelo en condiciones actuales.

En la condición actual con vegetación forestal (Sin proyecto) se estimó un valor de pérdida de suelo de 3.3634 Ton/ha/año dentro del proyecto en las áreas donde se perdería suelos).

b) Pérdida de suelo considerando la remoción de la vegetación forestal.

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se podrían perder 23.3669 toneladas en total debido a la acción mecánica de retirar la vegetación y dejarlo desnudo (29.8277 toneladas totales dentro del proyecto).

c) Retención de suelo con medidas de mitigación.

Construyendo las obras propias del proyecto, donde el suelo quedará cubierto de concreto), y dejando las áreas verdes propuestas (áreas de reserva y áreas verdes) de la superficie de cambio de uso del suelo, esto permitirá que no se presente la erosión.

La actividad que se realizará como medida de mitigación, para evitar la erosión es el rescate de **638.25 m³**(para utilizarlos como sustrato en las áreas a restaurar), (para utilizarlos como sustrato en el área que se restaurará) y se realizará la restauración de un área al final del proyecto de una superficie de 6.9044 ha por lo tanto, la pérdida de suelo sería mínima, se realizarán Obras de Conservación del Suelo y Agua (Sistema Zanja Bordo) aguas debajo de cada polígono del proyecto.

Es importante considerar que el establecimiento de las obras propias en la ejecución del proyecto contribuirá con la protección del suelo mediante el control de la erosión, que repercutiría positivamente al reducir la cantidad de sedimentos que puedan ser acarreados por el agua o el viento.

Actualmente en la superficie sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales se pierden **3.3634** toneladas por año, considerando la remoción de la vegetación forestal sobre dicha superficie, se podrían perder hasta **23.3667** toneladas de suelo por año, es decir 20.0035 ton/ha más por año en esta superficie, sin embargo, con la implementación de las obras propias del proyecto, se prevee que no exista pérdida de suelo.

Aun cuando el tipo de suelo presente en el área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales tiene susceptibilidad a la erosión, para evitar los riesgos de dicha acción, la empresa promotora llevará a cabo el rescate de **638.25** toneladas aproximadamente de suelo para evitar su erosión, esto como medida de mitigar la pérdida de suelo por agentes erosivos durante el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Tabla VI.7.- Comparativo de la erosión por el cambio de uso del suelo y la implementación de las obras de conservación.

Etapas	Escenario Ton/ha/año		Balance Ton/ha/año
	Sin proyecto	Con proyecto	
Área del proyecto de CUSTF	3.3634	23.3669	Incremento de 20.0035 si se dejara el suelo desnudo
Área del proyecto con la obra	23.3669	3.5914	Disminuye 19.7755

	Balance	Disminuye ton/ha/año	0.228

Por lo tanto, con base en las consideraciones citadas, se estima que se encuentra acreditada la segunda hipótesis normativa establecida el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, se mitiga la erosión de los suelos en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Premisa que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiga.

Desde la perspectiva biofísica, la transformación o destrucción de los ecosistemas acuáticos y terrestres, la sobreexplotación del recurso hídrico y la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y de los acuíferos constituyen los tres grandes problemas a superar para garantizar la renovación del recurso, es decir, para que el recurso no se agote y se conserve el ciclo hidrológico, lo cual es una condición básica para poder ofrecer el agua que requiere el desarrollo de la sociedad presente y futura.

Entre los factores que provocan el efecto de manejo inadecuado de las cuencas hidrológicas se encuentran, la deforestación y deterioro de ecosistemas forestales, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, escurrimiento del agua y escasa infiltración, azolvamiento de cuerpos de agua.

Se debe reconocer que el agua, como recurso integrante de la naturaleza, es finita y se altera con la transformación de los ecosistemas naturales. Para la conservación es necesario planificar las formas de uso y aprovechamiento del recurso y ajustarlas a los umbrales de la disponibilidad natural del mismo y a los límites de tolerancia de la intervención humana en los ecosistemas.

Afectación de la calidad del Agua en el sitio del proyecto

Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja del Sistema Ambiental, además de su dinámica temporal de que con la eliminación de la capa vegetal se disminuye la infiltración del agua al subsuelo.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días, la Demanda Química de Oxígeno y los Sólidos Suspendedos Totales. Estos se utilizan para indicar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal.

Los Sólidos Suspendedos Totales tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de los Sólidos Suspendedos Totales hace que un cuerpo

de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

De acuerdo a lo anterior, se analizan dichos indicadores con la ejecución del proyecto:

Tabla VI.6.- Indicadores de la calidad del agua

Indicador	Afectación con el proyecto
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días	El proyecto en la etapa de operación generará aguas residuales en sus procesos, por lo que las mismas irán a desembocar al drenaje que tiene establecido el Municipio de Mazatlán, por lo que no alterará este parámetro de la calidad del agua en el subsuelo.
Demanda Química de Oxígeno	El proyecto en la etapa de operación generará aguas residuales en sus procesos, por lo que las mismas irán a desembocar al drenaje que tiene establecido el Municipio de Mazatlán, por lo que no alterará este parámetro de la calidad del agua en el subsuelo.
Sólidos Suspendidos Totales	En virtud de que los Sólidos Suspendidos Totales tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo, para el caso del proyecto, los sólidos suspendidos también desembocarán en el drenaje del municipio de Mazatlán.

Por lo que corresponde a la **captación de agua en la zona**, con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se reduce la captación o infiltración, además de una serie de factores que influyen en la determinación de la importancia del servicio y el riesgo de la pérdida del mismo por la implementación del proyecto.

De acuerdo al análisis realizado del presente estudio, en el cual se cuantificó las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del cálculo del Balance hidrológico, se obtuvo que en las **1.2765 hectáreas** de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo se tendría una disminución potencial en la infiltración de **2,176.1636 m³ anualmente**, que representa un 22.79% del total de agua captada en la zona de estudio.

Estimación de la Infiltración en las áreas aguas abajo del área de cambio de uso del suelo.

Para justificar de que el proyecto de cambio de uso del Suelo en terrenos forestales mitiga la infiltración, de acuerdo a lo descrito en el Capítulo IV del presente estudio con relación a la infiltración y a lo explicado en el mismo capítulo como servicio ambiental.

Con la ejecución del cambio de uso del suelo, se afectará la cobertura arbórea en **1.2765 ha**, por la pérdida de esta disminuirá la capacidad de infiltración en 2,176.1636 m³/año, por lo que para determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodología del

balance hídrico, con la modificación de las variables de superficie, evapotranspiración y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación $\text{infiltración} = \text{Precipitación} - (\text{Intercepción} + \text{Evapotranspiración} + \text{Escorrentía})$

Pérdida potencial de infiltración por el cambio de uso del suelo sin obras de conservación del agua:

$$\text{Inf} = 9,548.9680 - (332.4037 + 6,564.8621 + 475.5386) = 2,176.1636 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del área de CUSTF es de **2,176.1636 m³/año** en las **1.2765 ha** lo que representa un 22.79% del total de agua captada en la zona.

Infiltración por el cambio de uso del suelo considerando Restauración y las obras de conservación de suelos:

Considerando la afectación por el desmonte en la superficie forestal de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) con la ejecución del proyecto, y valorando el proyecto hasta la etapa del desmonte o la eliminación de la cobertura vegetal, siendo este factor de 0.3 obtenido de la tabla de valores arriba descrita y el cuadro que a continuación se analiza.

En base a lo anterior, podemos afirmar que en la superficie de 6.9044 ha es donde se podrá presentar la restauración, por lo que se realizará la mitigación, mediante el enriquecimiento de la superficie que se encuentra muy perturbada y se realizará la reforestación del área.

Tabla VI.7.- Estimación de la precipitación con obras

Estimación de la precipitación con obras				
Tipo	Superficie (m²)	Precipitación (mm)	Precipitación (Lt x m)	Precipitación total anual (m³)
Superficie con obras	69,044	0.7480	0.7480 Lt/m²	52,570.10

Tabla VI.9.- Balance hídrico del predio con obras

Balance hídrico del predio con obras		
Concepto	(m³)	(%)
Intercepción	2,102.80	4.00
Evapotranspiración	35,508.37	67.54
Escorrentía superficial	9,252.34	17.60
Infiltración	5,706.59	10.86
Captación Total	52,570.10	100.00

Infiltración con obras.

$$\text{Inf} = 52,570.10 - (2,102.80 + 35,508.37 + 5,706.59) = 5,706.59 \text{ m}^3/\text{año}$$

El cálculo que se realiza la restauración en un área de 6.9044 ha, donde se logra una infiltración de 5,706.59 m³, donde se construirán obras de conservación de suelos, además de aguas debajo de las obras (Sistema Zanja Bordo).

De acuerdo con los resultados obtenidos con la medida de mitigación, que sería la ejecución de las obras de reforestación y conservación de suelo y agua, se recuperará la pérdida que se tiene en el área de cambio de uso de suelo, por lo que, no se compromete la captación de la misma, por lo que se cumple con uno de los preceptos de lo señalado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento en vigor.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se puede concluir que con el cambio de uso del suelo forestal en el área con una superficie de **1.2765 ha**, más las medidas de mitigación, la posible afectación a los recursos hidrológicos es mitigable y se compensa con las actividades de restauración. Lo anterior, esclarece que con la ejecución del proyecto no se verán afectados el abastecimiento de agua a poblaciones cercanas y en consecuencia no se pone en riesgo los servicios hidrológicos que se generaran en la zona y el impacto temporal que se pudiera presentar es mitigable y recuperable una vez restaurado el sitio.

Por lo expuesto en este punto, se encuentra acreditada la tercera hipótesis normativa que establece el artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso del suelo en comento, que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigan en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

CAPITULO VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

En el Capítulo V del presente documento fueron identificados y evaluados los impactos ambientales que potencialmente puede causar el proyecto sobre el Sistema Ambiental (**SA**) o Microcuenca Hidrológico-Forestal, Área de Influencia (AI) del proyecto y predios donde se pretenden ubicar las obras y actividades; en este sentido, las medidas propuestas en el presente capítulo corresponden a los impactos identificados.

Asimismo, tal y como se demostró en el Capítulo V antes referido, el proyecto puede ocasionar potencialmente impactos ambientales significativos, razón por la cual las medidas propuestas atienden a las acciones que el promovente pretende implementar para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como para prevenir y mitigar dichos impactos, de tal manera que, en todo momento, el proyecto se ajuste a lo establecido en el **artículo 30** de la **LGEEPA**, que en su primer párrafo señala lo siguiente:

“ARTICULO 30. - Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, **así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.**”

En este sentido, se asume el hecho que una vez identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitan la prevención; mitigación o compensación de los mismos. Por lo tanto, bajo una perspectiva integral y ecosistémica se propone aplicar las siguientes acciones que, además de atender en conjunto las medidas solicitadas por la normatividad, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente:

- a) Construir y operar un proyecto minero en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por ser una estrategia de desarrollo ambientalmente viable, responsable y sustentable.

- b) Implementar las medidas de manejo de impactos identificados en el presente DTU, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- c) Implementar las acciones que permitan dar atención y cumplimiento a los Términos y Condicionantes que la **SEMARNAT** resuelva en el caso de autorizarlo.
- d) Posibilitar la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes en el sitio donde pretenden aprovecharse los recursos, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en la **fracción II del artículo 44 del Reglamento de la LGEEPA** en la materia respecto a:

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y...

Las medidas de prevención; de mitigación o de compensación que se proponen en este capítulo, se entienden como aquellas acciones que tendrán que implementarse para minimizar o corregir los **Impactos Adversos**, siendo estas las que se describen a continuación:

Tabla VII.1. Descripción de los impactos ambientales y de las medidas de mitigación o de compensación.

Descripción de los impactos ambientales negativos		
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
FLORA	PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el

		área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE EJEMPLARES	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de 6,497 plantas en un área de 1.2765 ha, de las cuales 883 serán árboles y 5,614 serán arbustos. Se estima que el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.02 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	REDUCCIÓN DEL HÁBITAT	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de la vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, lo cual representa la eliminación del hábitat terrestre en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD A NIVEL DE INDIVIDUOS	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de 6,497 plantas en un área de 1.2765 ha, de las cuales 883 serán árboles y 5,614 serán arbustos. Se estima que el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.02 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE CARBONO VEGETAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la remoción de vegetación en un área de 1.2765 Ha, lo cual representa la eliminación de 323.32 ton de carbono vegetal en el área de cambio de uso de suelo de la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. Lo anterior representa el 0.01% de la reserva de carbono vegetal (1972216.06 ton.) del sistema ambiental del proyecto y el 0.03% de la

		reserva de carbono vegetal (837728.53 ton.) del área de influencia del proyecto. Lo antes descrito se basa en la estimación efectuada por Bellón et al. 1993, quien menciona que en una superficie de una hectárea puede haber de 30-100 ton./carbón/ha.
	MODIFICACIÓN DEL PAISAJE NATURAL	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	ALTERACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	La pérdida de infiltración en 1.2765 ha (CUSTF) de cobertura forestal relacionada con el impacto que se generará, dejará de infiltrar 2,176.1636 m³ anuales, que corresponde a 0.01% del total de infiltración en el Sistema Ambiental, no se prevé una afectación significativa al SA debido a que no se aprovechará el recurso, además la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo es visiblemente menor a la superficie del SA delimitada, por lo que la reducción de la superficie de captación de agua no es significativa y la pérdida de infiltración en el Área de Influencia representa el 0.03%.
FAUNA	AHUYENTAMIENTO	La fauna que habita la zona del proyecto presenta una buena diversidad de especies debido principalmente a que es un área poco explotada, la ganadería, extracción de madera, agricultura y pastizales son principalmente los impactos presentes, además de ser un sitio de mucha cacería de animales silvestres entre los que destacan venados, conejos y palomas. Esta densidad, sin embargo, refleja la alta concentración de algunas especies de fauna que son características de áreas perturbadas pero que además también deambulan animales domésticos como perros y gran cantidad de vacas y burros que provocan daños considerables al ecosistema. Sin embargo, el estar establecida la reserva ecológica contigua al proyecto, en este lugar y en

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

		coordinación con el departamento ambiental de la minera, se suscitan importantes programas de apoyo para la conservación, manejo y restauración del sitio tanto donde se desarrollara este proyecto así como también en las inmediaciones de la zonas afectadas y en gran medida dándole auge a la reserva en lo que concierne a el apoyo para los diversos programas de protección a la naturaleza dentro y fuera de la zona. Los índices de diversidad nos indican una buena diversidad de aves para el proyecto, sin embargo, esta diversidad confluye básicamente especies no nativas o bien aves que son comunes en áreas perturbadas, sin embargo, si se llevan a cabo modificaciones a la zona se podría mejorar en gran medida el aumento en la variabilidad de las poblaciones sobre todo nativas y endémicas, al igual que la mayoría de las especies de fauna, reptiles, anfibios, mamíferos e insectos.
	REDUCCIÓN DEL HÁBITAT	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
SUELO	MODIFICACIÓN DEL RELIEVE	Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve en una superficie de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha).
	PÉRDIDA DE CARBONO DEL SUELO	Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de la cobertura vegetal en un área de 1.2765 Ha. el impacto antes citado representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el

		sistema ambiental (17,564.1254 ha) y el 0.01 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (8,468.0656 ha). Lo antes descrito se basa en la estimación efectuada por Bellón et al. 1993, quien menciona que en una superficie de una hectárea puede haber de 30-100 ton/carbón/ha. El propio suelo servirá para formar los niveles de terraplén, compactándolo en los sitios donde se abran cortes de cajón, el producto de excavación se empleará en la construcción de terraplenes, compactándolos según el tipo de material y dando la pendiente hacia los lados, donde se formarán canaletas pluviales para evitar erosión.
AIRE Y ATMÓSFERA	Contaminación atmosférica por polvo	Se puede alterar la visibilidad en un radio de 20 metros a la redonda, por el polvo que se genere durante la actividad de formación de terracerías.
	Contaminación atmosférica por gases	El movimiento de la maquinaria y vehículos que participen en la ejecución de las obras y actividades del proyecto, generarán emisiones de gases a la atmósfera

Descripción de los impactos ambientales positivos

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
GENERACIÓN DE EMPLEOS	Con el proyecto se crearán 15 puestos de trabajo directos y 30 indirectos. En la contratación de personal se dará prioridad a los habitantes de las localidades aledañas al proyecto.
DERRAMA ECONÓMICA	Se efectuará una inversión fija de \$ 24,500,000.00 los cuales incluyen el pago de salarios; el pago de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; la adquisición, insumos y materiales; combustibles, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.

VII.2. Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, se deberán

identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. 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 **SA**, 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.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el **SA**. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, no permitirán que los factores puedan volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto si generará 6 impactos residuales, representados estos por la modificación del relieve; la pérdida de la cobertura vegetal; la pérdida de ejemplares florísticos; la pérdida de carbono vegetal; la reducción del hábitat y la modificación del paisaje en una superficie de **1.2765 ha (12,765 m²)**. El **área del proyecto** solo ocupará **8.1809 ha (81,809.2892 m²)** en el **área de influencia** determinada (**AI = 8,468.0656 ha**), es decir solamente el **0.02%** de su superficie. Las obras por ejecutar modificarán de manera permanente el relieve (CUS) en una superficie de **1.2765 ha (12,765 m²)**, cual representa el 0.01% de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existentes en el sistema ambiental (10,836.3520 ha) y el 0.03 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existentes en el área de influencia del proyecto (4,602.9040 ha).

VII.3. Información necesaria para la fijación de montos de fianzas

De conformidad con lo establecido en los artículos 131 y 35, penúltimo párrafo, de la LGEEPA y 51, fracciones II y IV, de su REIA, a fin de garantizar que ante la ocurrencia de daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, la empresa promovente lleve a cabo las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental propuestas en el presente estudio, se debe presentar de manera previa a la ejecución de las obras y actividades una propuesta de garantía para análisis y validación de la autoridad.

En este sentido, se presenta enseguida una estimación de los costos de implementación de las estrategias de prevención y mitigación ambiental establecidos para el proyecto, así como el análisis de diferentes opciones financieras que permitan garantizar la aplicación de las estrategias de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidos para el proyecto.

La inversión de capital inicial total que se hará para el proyecto de Obras y Actividades de Planta de beneficio, presa de jales y demás obras es de **\$24'500,00.00 (Veinticuatro Millones Quinientos Mil pesos 00/100 mn).**

Las opciones de garantías financieras existentes incluyen seguros, fianzas, fideicomisos, fondos, cartas de crédito y el aval, mismas que enseguida se describen brevemente:

- Seguros: El contrato de seguro es el medio por el cual el asegurador se obliga, mediante el cobro de una prima, a resarcir un daño o a pagar una suma de dinero al verificarse la eventualidad prevista en el contrato. El contrato de seguro puede tener por objeto toda clase de riesgos si existe interés asegurable, salvo prohibición expresa de la ley.

El contratante o tomador del seguro, que puede coincidir o no con el asegurado, por su parte, se obliga a efectuar el pago de esa prima, a cambio de la cobertura otorgada por el asegurador, la cual le evita afrontar un perjuicio económico mayor, en caso de que el siniestro se produzca.

El contrato de seguro es consensual; los derechos y obligaciones recíprocos de asegurador y tomador, empiezan desde que se ha celebrado la convención, aún antes de emitirse la póliza o documento que refleja datos y condiciones del contrato de seguro. Al realizar un contrato de seguro, se intenta obtener una protección económica de bienes o personas que pudieran en un futuro sufrir daños.

Por interés asegurable se entiende la relación lícita de valor económico sobre un bien. Cuando esta relación se halla amenazada por un riesgo, es un interés asegurable. En general se pueden asegurar todas las cosas corporales (coches, viviendas, negocios, etc.) e incorporeales (perjuicios económicos, paralización de actividad, etc.), además se puede asegurar la vida y el patrimonio.

Para que la cosa sea susceptible de ser asegurada debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe tratarse de una cosa corporal o incorporeal.

- La cosa debe existir al tiempo del contrato, o al menos al tiempo en que empiecen a correr los riesgos o daños.
- La cosa debe ser tasable en dinero.
- La cosa debe ser objeto de una estipulación lícita.
- La cosa debe estar expuesta a perderse por el riesgo que corre el asegurado.

A contrario sensu, no se pueden asegurar:

- Los riesgos especulativos (precepto básico: "La indemnización no constituye ganancia").
- Los objetos del comercio ilícitos.
- Las cosas en donde no existe un interés asegurable.

Lo imposible no origina riesgo. Debe ser incierto, porque si necesariamente va a ocurrir, nadie asumiría la obligación de repararlo. Sin riesgo no puede haber seguro, porque al faltar la posibilidad de que se produzca el evento dañoso, ni podrá existir daño ni cabrá pensar en indemnización alguna.

El riesgo presenta ciertas características que son las siguientes, es incierto y aleatorio, posible, concreto, lícito, fortuito y de contenido económico. En el contrato de seguro el asegurador no puede asumir el riesgo de una manera abstracta, sino que este debe ser debidamente individualizado, ya que no todos los riesgos son asegurables, es por ello que se deben limitarse e individualizarse, dentro de la relación contractual.

- Fianzas: en sentido estricto, la fianza consiste en una garantía personal, en virtud de la cual se asegura el cumplimiento de una deuda u obligación mediante la existencia de un fiador. El fiador es una tercera persona, ajena a la deuda, que garantiza su cumplimiento, comprometiéndose a cumplir él lo que el deudor no haya cumplido por sí mismo (deudor subsidiario). Otro uso común del término "fianza" en el ámbito jurídico es el de entrega de una cantidad de dinero como garantía de ciertas obligaciones. Sin embargo, a pesar del nombre, la fianza monetaria no es tal, sino que se trata de un caso de prenda irregular, al tratarse de una garantía real y no personal.

En el Derecho civil, el fiador y el deudor son dos personas diferentes, ligados mediante una figura que posee una fisonomía contractual: contrato de fianza. La relación entre el acreedor y el fiador pasa a través del deudor.

En el Derecho contractual: la fianza garantiza el cumplimiento de las obligaciones derivadas de un contrato. Por ejemplo, es habitual la constitución una fianza monetaria en caso de arrendamiento de inmuebles para garantizar el cumplimiento

del pago de las rentas de arriendo, así como la devolución en buen estado del bien arrendado.

En el caso de incumplimiento de la obligación garantizada, dependerá del caso concreto para establecer qué ocurre con la fianza. Por ejemplo, en Derecho contractual lo habitual es que el acreedor utilice la fianza para resarcirse de los daños y perjuicios ocasionados. Sin embargo, en Derecho procesal penal una posible fuga del acusado provoca la pérdida absoluta de dinero dado como fianza, sin necesidad de evaluar gastos o daños.

- Fideicomiso: es un contrato o convenio en virtud del cual una persona, llamada fideicomitente o también fiduciante, transmite bienes, cantidades de dinero o derechos, presentes o futuros, de su propiedad a otra persona (una persona natural, llamada fiduciaria), para que ésta administre o invierta los bienes en beneficio propio o en beneficio de un tercero, llamado fideicomisario. Cabe señalar que, al momento de la creación del fideicomiso, ninguna de las partes es propietaria del bien objeto del fideicomiso. El fideicomiso es, por tanto, un contrato por el cual una persona destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria en todas las empresas.
- Fondos: esta figura financiera requiere de una aportación inicial de recursos, los cuales deben provenir de varias fuentes. Los fondos de garantía se establecen para alcanzar metas comunes de los participantes del fondo y tienen por objeto garantizar la inversión (o el objeto del fondo) en caso de que el actor directamente responsable de quiebre o no sea capaz de solventar la cantidad asegurada.

En materia ambiental no existen fondos en México. En materia forestal opera el Fondo Forestal Mexicano que recibe aportaciones de las personas físicas o morales que llevan a cabo el cambio de uso de suelo de los terrenos forestales y su finalidad es propiciar el aprovechamiento forestal sustentable del país.

- Carta de crédito: o crédito documentario es un instrumento de pago independiente del contrato que dio origen a la relación entre las partes negociantes; mediante esta figura se busca garantizar la disponibilidad de recursos financieros para atender una obligación, como puede ser la de remediar, reparar o recuperar daños ocasionados al medio ambiente.

Un crédito es toda operación por la que un banco, obrando por cuenta y orden de un cliente, se obliga a:

- Pagarle a un tercero.
- Aceptar y pagar o descontar letras de cambio.
- Autorizar a otro banco a pagar, aceptar o descontar dichas letras.

Las obligaciones del banco pueden estar supeditadas a la entrega de documentos de índole comercial (conocimiento de embarque, factura comercial), aduanero (certificado de origen) o técnico (certificado de calidad), y pueden variar según las instrucciones de quien ordene la apertura de dicho crédito.

- Aval: como su nombre lo indica este tipo de garantía refiere a que un tercero responda en caso de incumplimiento del responsable directo, por la reparación, remediación o recuperación de daños o por los bienes garantizados.

Considerando las características de los diferentes instrumentos de garantía expuestos, se considera que la FIANZA sería el instrumento financiero más adecuado para asegurar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental por parte de la Compañía Minera. Dicha fianza tendría como beneficiario a la SEMARNAT, la cual en caso de incumplimiento de la promovente la haría efectiva hasta por el monto de la garantía establecida.

Para este caso particular, se excluye la contratación de un seguro ya que lo que se pretende asegurar es el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en el presente documento técnico. Adicionalmente, no existe un riesgo que asegurar ya que las actividades que se ejecutarán no son consideradas riesgosas por la legislación ambiental y, en todo caso, sería muy complejo determinar el interés asegurable, ya que se trata de recursos bióticos y abióticos compuestos de bienes tanto tangibles como intangibles.

Las otras figuras financieras valoradas tienen poca aplicabilidad práctica ya que su operación resulta compleja o no existen las figuras jurídicas, en materia ambiental, que permitan su instrumentación.

VII.3.1.- Estimación económica de flora y fauna.

Se presenta la estimación económica de la flora y fauna presente en el proyecto, en el apartado II.2.5.3.2, se presenta un desglose por concepto.

Se trata de un macizo forestal irregular, incoetáneo, constituido por vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, con alteraciones aisladas de tipo antropogénico, con espesura que varía en el 75-85% en promedio, ya que existen algunas áreas que no presentan vegetación, donde su estado sanitario es aceptable, con una perturbación media.

VII.3.1.1.- Estimación económica total de los recursos flora y fauna por afectar.

En la tabla siguiente se muestra el costo total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo para la flora y fauna de acuerdo a la estimación económica de los individuos que se distribuye en área.

Tabla VII.2. Estimación económica de los recursos biológicos

Tipo de Vegetación	Afectación	Actividad	Estimación económica (\$)
Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia	1.2765 ha	Flora	159,788.88
Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia		Fauna	71,620.00
Servicios hidrológicos		Sevicios Ambientales	851.96
Captación de carbono		Carbono 323.32 tC	3,791.49
Infiltración de agua		Infiltración 2,176.1636 m ³	21,761.64
	TOTAL		\$ 257,813.96

Es decir, la estimación económica total para los recursos biológicos presentes en el área de estudio es de **\$ 257,813.96 (son: Doscientos Cincuenta y Siete Mil Ochocientos Trece Pesos 96/100 M.N.)**, de los recursos biológicos correspondientes a las **1.2765 ha** del proyecto como resultado del cambio de uso del suelo.

VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo

La restauración ecológica es el campo de estudio que provee las bases científicas y metodológicas que fundamentan la práctica de la Ecología de la Restauración. Es una disciplina multidimensional que abarca tanto las ciencias naturales y las ciencias sociales para buscar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y sistemas de producción. Esto implica restaurar la integridad ecológica de los ecosistemas (composición de especies, estructura y función).

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”. En otras palabras, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los

componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar.

Las acciones en materia de restauración son aplicables a áreas grandes o pequeñas dependiendo de la capacidad de recursos de que se disponga para llevar a cabo esta actividad y de sus objetivos. Inicialmente se propuso para desarrollarse dentro de reservas naturales o áreas con cierto grado de protección, pero actualmente se excede este ámbito. El valor de la restauración está en función de los objetivos para cada caso, que clarifiquen y den solidez a cada una de las acciones propuestas, desde una perspectiva práctica-científica, donde se identifique claramente la aceptación social, la capacidad técnica, la disponibilidad económica y la identificación de limitantes (Jiménez et al. 2002).

Por lo anterior, los proyectos de restauración deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinaria e integral que incluya el estudio del desarrollo de las especies de flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez (fisiológica y reproductiva), estudios de suelo, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, integración de la fauna terrestre, recuperación de cuencas, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre muchos otros aspectos, (Sol et al. 2001).

VII.4.1 Determinación de la inversión para las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

Este apartado tiene la finalidad de conocer si el promovente tiene claridad del impacto que se causaría al ecosistema y que, si el cambio de uso de suelo que se propone es viable desde el punto de vista ambiental, en consideración de la valoración de los servicios que proporciona si estos tuvieran que restituirse y darle seguimiento entre 5 a 10 años para asegurar el establecimiento de la cubierta vegetal.

Ante la necesidad de crear el escenario para propiciar la restauración ecológica, se enumeran una serie de actividades y sus respectivos costos, de tal forma que se pueda llevar una superficie igual a la afectada a una condición similar a la que actualmente se presenta.

Los objetivos son los siguientes:

- Proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica.
- Aumentar la infiltración hídrica.
- Incrementar el suelo.
- Captación de carbono

- Generar madera.
- Favorecer la retención del suelo
- Favorecer la recarga de los mantos freáticos.
- Favorecer la belleza escénica.

Se plantea la metodología empleada que se describe a continuación:

El monto total aproximado del proyecto si tuviera que restituirse es de aproximadamente de **\$ 5'164,779.55 (Son Cinco Millones Ciento Sesenta y Cuatro Mil Setecientos Setenta y Nueve Pesos 55/100 M.N.)**, para restuaración de las **1.2765** ha, y dándole seguimiento por los 14 años para asegurar el establecimiento de la misma.

En resumen, se da a conocer si el promovente tendría que hacer la restitución de la superficie de las dos áreas requeriría un costo total de, para restauración de las **1.2765** ha, y dándole seguimiento por los 14 años para asegurar el establecimiento de la misma.

Tabla VII.3.- Desglose de los costos totales del proyecto.

SUBTOTAL:	4,303,982.96
IMPREVISTOS:	860,796.59
TOTAL:	5,164,779.55

Se presenta la estimación del costo de las actividades si tuviera que restituirse la restauración con motivo del cambio de uso del suelo. Por su parte, para las actividades propuestas para mitigar otros impactos ambientales que se deriven por las actividades del proyecto, se calculará en su apartado de acuerdo a la magnitud durante las diferentes etapas (rescate de cactáceas y el programa de ahuyentismo y traslocación de fauna).

Se considera una superficie para cambio de uso de suelo de **1.2765** ha, por lo que, para las actividades de restitución y restauración, se considera una superficie de **1.2765** hectáreas.

Como medida de mitigación se contempla el rescate del suelo orgánico, para minimizar la pérdida de suelo por la erosión hídrica y eólica, el costo por esta actividad se tomará como parte de la restauración planteada.

Se plantea realizar el cambio de uso de suelo de **1.2765** ha, por lo tanto, para recuperar y depositar en un área específica el suelo de varias medidas, se requiere con un movimiento de 638.25 m³ de suelo orgánico. Si un tractor CAT-773 Y CAT988 acarrea 150 m³/hora, se requieren 4.255 horas para completar el acarreo del suelo

orgánico, si cada hora tiene un costo de \$2,719.06 pesos, dando un costo estimado de esta actividad de \$ 11,569.60 pesos.

Se realizará el trazo de la reforestación, de las terrazas individuales (obras de conservación de suelos consideradas en asociación con la reforestación), limpieza del terreno, excavación y conformación de las terrazas con veinte jornales para realizar estas actividades de una superficie de 1.0 ha., programando la reforestación con 750 plantas por hectárea.

Tabla VII.4.- Costo promedio para la elaboración de 3 hileras de terrazas individuales.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Trazo reforestación	Jornal	210	0.1	21.0
Limpieza del terreno	Jornal	210	0.3	63.0
Excavación	Jornal	210	1.0	210.0
Conformación de la terraza	Jornal	210	0.6	126.0
			Total:	420.0

Se considera una densidad de 750 plantas para una hectárea. El costo por ha así sería de \$ 4,200.00 (se requieren 30 hileras en una hectárea), como se requieren reforestar **1.2765** ha para el proyecto, por lo tanto, se requiere de un costo para la elaboración de la Pila de Sedimentación de **\$ 5,361.30**.

Para esto se deberá contratar por 4 meses (60 días) tanto a una brigada de 20 personas, así como a un técnico, renta de camioneta para el manejo de personal, gasto de gasolina, representando un costo de \$ 1,750/diario (\$ 750/ día técnico, \$ 500/día renta camioneta y \$ 500/día gasolina), por lo que representa **\$ 105,000.00**.

VII.4.1.1.-Transporte de planta

Durante el traslado de la planta al vivero temporal, se debe realizar una selección del material para utilizar únicamente plantas cuyas condiciones físicas, fisiológicas y genéticas hagan más probable su supervivencia y sano crecimiento. En este proceso se debe considerar: dimensiones, sanidad, tronco vigoroso, follaje sano, raíces abundantes y bien distribuidas, con una sola yema terminal. Los individuos que no cumplan estas condiciones deben ser rechazados.

Se recomienda realizar el transporte de la planta en camiones rabones con 3 estibas, esto permitirá llevar mayor cantidad de 7000 plantas sin que sufran un estrés adicional.

Tabla VII.5. Costo del flete del vivero al albergue temporal

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Renta de camión	Flete	7,500	1	7,500.00
			Total:	7,500.00

Para el medio de transporte de la planta del vivero temporal al sitio de reforestación, se utilizará vehículo pick up o doble rodado, donde la planta en bolsa de plástico se dispone en cajas, las cuales se recomienda se coloquen en pisos que previamente se habrán de acondicionar en el vehículo, de otra forma si la planta se transporta a granel ocurrirá un elevado daño y mortalidad, producida por rupturas del tallo, aplastamiento de la planta, pérdida del sustrato, etc. No se debe mover planta tomándola del follaje, sino del cepellón. Las cajas se utilizan durante toda la fase del transporte.

Tabla VII.6.- Flete local.

Concepto			Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Renta	camioneta	doble	Flete	600	2	1,200.00
rodado						
700 plantas por flete					Total:	1,200.00

VII.4.1.2- Reforestación

Una parte muy importante de la reforestación es recordar que el envase de plástico o bolsa se debe retirar, así como aquellas raíces que sobresalen de la bolsa. De preferencia se debe hacer un corte de unos 2 centímetros hacia arriba en la base de la bolsa, con una navaja o con una charrasca.

Tabla VII.7.- Costo de reforestación por ha.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Reforestación	Jornal	210	7	1,470
136 plantas /persona se requieren 7 jornales/ha			Total:	1,470

Representando un costo por la reforestación en las **1.2765** ha de **\$ 1,876.46**

Para reforestar de las **1.2765** ha, se requiere la producción de planta y el mantenimiento de la planta rescatada.

Tabla VII.8.- Costo de la planta

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo total \$
Árboles	planta	6.8	957	6,510.15
			Total:	6,510.15

Para la restitución de la superficie solicitada, por lo tanto, se requerirá de la distribución del suelo orgánico, en las dos zonas de restauración, se requiere con un movimiento de **638.25 m³** de suelo orgánico. Si un tractor CAT-773 acarrea 150 m³/hora, se requieren horas para completar el acarreo del suelo orgánico, si cada

hora tiene un costo de \$2,364.40 pesos, dando un costo estimado de esta actividad de \$ **10,060.52 pesos**.

Cuando las evaluaciones muestren que menos del 70% de los individuos han sobrevivido, es conveniente restituir los especímenes muertos; por el contrario, y si después de 2 años se tiene más del 70% de sobrevivencia, se considera que el programa ha tenido éxito.

MEDIDAS CORRECTIVAS EN CASO DE SOBREVIVENCIA MENOR AL 70%

Manejo técnico y traslado desde el albergue temporal, hasta el sitio de plantación definitivo, para la reposición de arbolado o especies plantadas muertas.

Mantenimiento a la reforestación:

Las actividades de mantenimiento son relevantes para dar mayores posibilidades de éxito y sobrevivencia a las plantas, y consiste en realizar la supervisión y un adecuado mantenimiento de las mismas.

Las acciones en el mantenimiento que se emplearán son las siguientes:

- Inspecciones periódicas a fin de detectar signos y síntomas de plagas y enfermedades verificando el establecimiento de los ejemplares.
- Eliminar las hierbas que pudieran interferir o competir con el crecimiento de los individuos reforestados.
- Mantener la protección del sitio con material local (ramas, troncos, alambre de púa, etc.) en el perímetro del sitio, para proteger el sitio y evitar daños mecánicos por animales domésticos o ganado vacuno.

Acondicionamiento de la planta previo al trasplante definitivo.

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de reforestación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas.

Tabla VII.9.- Costo de mantenimiento de planta en vivero temporal.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Mantenimiento en albergue	Jornal	210	90	18,900.00
Total:				18,900.00

VII.4.1.3-Preparación del terreno. - Deshierbe.

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. El deshierbe manual podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machetes, o retirarla manualmente.

Los tres primeros años el deshierbe debe ser constante, dado que la planta no tolera competencia, los bejucos y enredaderas pueden causar serios daños si no se combaten con oportunidad.

Tabla VII.10.- Costo de mantenimiento por ha.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Deshierbe	Jornal	210	3	630.00
Reforestación	Jornal	210	7	1,470.00
			Total:	2,100.00

Entonces representaría un costo para mantenimiento en las **1.2765 ha de \$ 2,680.65.**

VII.4.1.4 Indicadores de desempeño y éxito para evaluar la eficiencia del programa de restauración.

Justificación y definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de los mismos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de reforestación.

Los indicadores son instrumentos centrales en la administración moderna, toda vez que permiten adelantar procesos de seguimiento y evaluación. Es en este caso la representación cuantitativa que sirve para medir el cambio de una o varias variables, comparadas con otras. Sirve para valorar el resultado medido y para estimar el logro de objetivos, de políticas, programas y proyectos.

Los indicadores permiten efectuar seguimiento a las metas presupuestas, acciones, políticas, y actividades para continuar, liquidar o repensar caminos a seguir. Por ello, la medición eficaz de éstos determinará, entre otros factores, el éxito o no de las metas propuestas.

El seguimiento es la recolección y análisis continuo de información útil para tomar decisiones durante la implementación de una política, programa o proyecto, con esta base es una comparación entre los resultados esperados y el estado de avance de los mismos. La evaluación es una valoración exhaustiva y sistemática de una intervención y de sus efectos (positivos o negativos, esperados o no) para determinar su relevancia, eficiencia, efectividad, impacto o sostenibilidad.

En este caso, para llevar a cabo exitosamente la tarea de reforestación planteada se requiere un **Sistema de Monitoreo y seguimiento al Plan de reforestación**. Donde permitirá de forma puntual llevar a cabo los informes semestrales.

En lo técnico, se tiene que realizar el levantamiento y calificación previa del sitio a reforestar, una vez establecida la plantación su seguimiento y verificación se efectuará mínimamente cada mes por 15 años, antes de que se establezcan las lluvias.

Posteriormente, se implementará el programa de monitoreo consistente en delimitación de áreas de mayor y menor crecimiento sobre todo el proyecto para tomar correcciones de crecimiento hasta el segundo año de edad, tiempo en que se plantea el programa con monitoreo asistido físicamente de manera continua. Toda la información biométrica se procesará en una base de datos, donde se estimará crecimiento real y proyectado.

El control y la determinación de las tasas de supervivencia pueden ser tan complejos y detallados como se requiera; sin embargo, hay actividades básicas como los reportes de campo y fotografías que en todos los casos deben complementarse.

Tabla VII.11.- Costo de supervisión.

Concepto	Unidad de Medida	Costo Unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la Actividad \$
Supervisión	Mes	23,000	28	840,000
			Total:	840,000

Como medida de protección de la reforestación y evitar el pastoreo dentro de las zonas reforestadas, se realizará el cercado de ambas zonas, que contempla un perímetro de 6,813 m.

Tabla VII.12.- Requerimientos por cada 100 m de cercado.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIO \$	COSTO (100 M)
Poste de madera	Poste	25	30	750.00
Rollo de alambre	Rollo de 38 kg de 510 m	1	700	137.26
Grapas	kg	0.5	20	10.00
Apertura de hoyos	Jornal	25	8	200.00
Colocación de postes	Jornal	25	16	400.00
Colocación de alambre	Jornal	100 m	4	400.00
TOTAL				1,897.26

El costo de establecimiento de 100 m de cercado de 5 hilos es de \$1,897.26, por lo que el costo para cercar los 1,220 m, se requiere de \$ 23,146.57.

Se requiere realizar el levantamiento y calificación, así como el programa de monitoreo, para tomar correcciones de crecimiento hasta el catorce año de edad, por lo que se requiere la cantidad de \$ 1,536,230.36 para los próximos 14 años después de establecida la reforestación.

Tabla VII.13. Actividades que se relación con la restauración.

Actividad o Acción	Acción del proyecto	Incidencia	Acción de la contratista	Medida propuesta
Adquisición de planta	Seleccionar el vivero apropiado.	Adquirir planta con un vigor alto.	Producir la planta en cantidad y calidad.	Contar con la planta en la fecha indicada.
Vivero Temporal	Seleccionar un área de aproximadamente 1500 m².	Sitio cercano a las áreas a reforestar.	Acondicionar el área para recibir los ejemplares a reforestar.	Encontrar un lugar adecuado con sombra.
Acondicionamiento del área a Reforestar	Selección de áreas	Áreas que pudieran impactar positivamente	Acondicionar el área, obras de conservación de suelo	Cantidad suficiente de obras/ha y en condiciones adecuadas.
Reforestación	Traslado de plantas a sitios para reforestación	Inicialmente, área propuestas	Ejecutar la reforestación en las áreas propuestas	Cantidad de 750 planta/ha y que las especies a reforestar sean de la SBC Y SMS.
Monitoreo de sitios reforestados	Inspecciones de campo	Inspecciones periódicas para detectar signos y síntomas de plagas y enfermedades	Tiempo transcurrido de reforestación	Intervalos inspecciones al sitio
			<2 meses	Semanal
			2 meses < 1 año	mensual
Manejo del sitio reforestado	Mantenimiento	Sitios reforestados	Deshierbe, reposición de plantas	Semestral Aplicación manejo de reforestación

Para lograr los niveles apropiados de supervivencia y desarrollo de la reforestación, se requiere implementar las siguientes estrategias:

- Contar con la anuencia y disposición de los dueños y poseedores de los predios.
- Garantizar la asistencia técnica permanente.

- Asignar la planta, los insumos y los apoyos en forma oportuna.
- Preparación y protección apropiada de la reforestación.
- Asegurar el mantenimiento y cultivo de la reforestación durante los primeros 2 años.
- Utilizar sólo especies nativas de las zonas forestales donde se ubiquen los predios.
- Establecer la reforestación durante el primer mes del periodo de lluvias.
- Empaquetar, transportar y manejar adecuadamente las plantas desde la salida del vivero y hasta el predio a reforestar.
- Seleccionar las especies propias del ecosistema.

También se debe hacer un buen control de desperdicios y materia orgánica seca, para disminuir la presencia de material combustible.

RESUMEN DE LOS CONCEPTOS DE INVERSIÓN

En el presente presupuesto, se realiza en términos de recabar la información para la valoración de los servicios que proporciona si estos tuvieran que restituirse, los conceptos para cada una de las tareas a realizar, siendo que el mismo se tendrá que ajustar de acuerdo a la participación en los conceptos de maquinaria, vehículos, equipos, y acuerdos laborales (quedarse en monte), aun con la participación de la misma los costos se presentan de la siguiente manera:

Tabla VII.14.- Resumen conceptos de inversión.

Concepto	Superficie (ha)	Cantidad	Unidad de medida	Costo por unidad de medida	Monto (\$)
Acarreo del Top Soil		4.255	horas	2,719.06	11,569.60
Construcción obras de conservación de suelos	1.2765	1.2765	ha	4,200.00	5,361.30
Manejo de personal construcción de obras de conservación de suelo y agua	----	60	Día	1,750.00	105,000.00
Compra de Planta	----	957	Plantas	6.8	6,510.15
Flete inicial de planta	----	1	Flete	7,500.00	7,500.00
Mantenimiento en vivero temporal	---	90	día	210	18,900.00
Flete local	---	2	Flete	600	1,200.00
Carga	---	2	Flete	300	600.00

Concepto	Superficie (ha)	Cantidad	Unidad de medida	Costo por unidad de medida	Monto (\$)
Acarreo y distribución del Top Soil		4.255	horas	2,364.40	10,060.52
Reforestación inicial	1.2765	1.2765	Ha	1,470.00	1,876.46
Cercado del área reforestada		1220	metro	18.9726	23,146.57
Adquisición de planta para Mantenimiento (1 año)		287	Planta	6.8	1,953.05
Fleta de planta para Mantenimiento.	---	1	Flete	7,500.00	7,500.00
Deshierbe y Reforestación del Mantenimiento	1.2765	1.2765	Ha	2,100.00	2,680.65
Manejo de personal mantenimiento	----	60	Día	1,750.00	105,000.00
Mantenimiento de obras de conservación de suelos.	1.2765	1.2765	ha	1,330.00	1,697.75
Deshierbe de la reforestación	1.2765	14	año	109,730.74	1,536,230.36
Supervisión	----	14	Año	60,000.00	840,000.00
Manejo de personal mantenimiento	----	14	año	46,000.00	644,000.00
Mantenimiento de obras de conservación de suelos.	1.2765	14	año	69,514.04	973,196.56
SUBTOTAL:					4,303,982.96
IMPREVISTOS:					860,796.59
TOTAL:					5,164,779.55

En resumen, se da a conocer si el promovente tendría que hacer la restitución de la superficie de las dos áreas requeriría un costo total de **\$ 5'164,779.55 (Son Cinco Millones Ciento Sesenta y Cuatro Mil Setecientos Setenta y Nueve Pesos 55/100 M.N.)**, para restuaración de las **1.2765** ha, y dándole seguimiento por los 14 años para asegurar el establecimiento de la misma.

Derivado que para el corto plazo se tiene una sobrevivencia del 70%, y la planta está muy pequeña, se pretende realizar la reposición de individuos al mediano plazo, así como dar mantenimiento a las obras de conservación de suelos, para que la zona que sufrió cambio de uso de suelo pueda establecerse de nuevo como prestadora de los servicios ambientales descritos anteriormente, se requiere dar mantenimiento por lo menos 5 años después de la reforestación.

Al repoblar con vegetación nativa nos permite mejorar las condiciones del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales. La reforestación con especies arbóreas y arbustivas con adaptaciones a condiciones de perturbación, son una alternativa viable para restaurar estas zonas que se encuentran en diferentes grados de perturbación. Con el tiempo la biomasa que producen estas especies permitirá la recuperación de la capa orgánica del suelo, generarán un microclima similar al original y restablecerán al menos parte de la flora y la fauna de la región.

CAPITULO VIII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los escenarios, son las opciones a futuro de las tendencias actuales o de los cambios que puedan ser introducidos al Sistema Ambiental (SA), e incluye los elementos que modifiquen dichas tendencias. La elaboración de escenarios, tiene la finalidad, para el presente caso, de pronosticar las consecuencias causadas al ambiente por el desarrollo del proyecto.

La importancia de pronosticar los efectos que pudiera generar el proyecto radica en que permite identificar factores relevantes que inciden en la ejecución del mismo, lo que permitiría modificar dichos factores, con el único objetivo de generar menor afectación a los elementos ambientales que conforman al SA así como al área del proyecto. Es así que se pueden generar diferentes escenarios de acuerdo a los factores que se consideren para la elaboración de los mismos. Los escenarios futuros, se crean a partir de las condiciones ambientales actuales, y pueden ser modificados de acuerdo a las variables consideradas en su construcción.

A continuación, se presentan tres escenarios futuros bajo los siguientes supuestos:

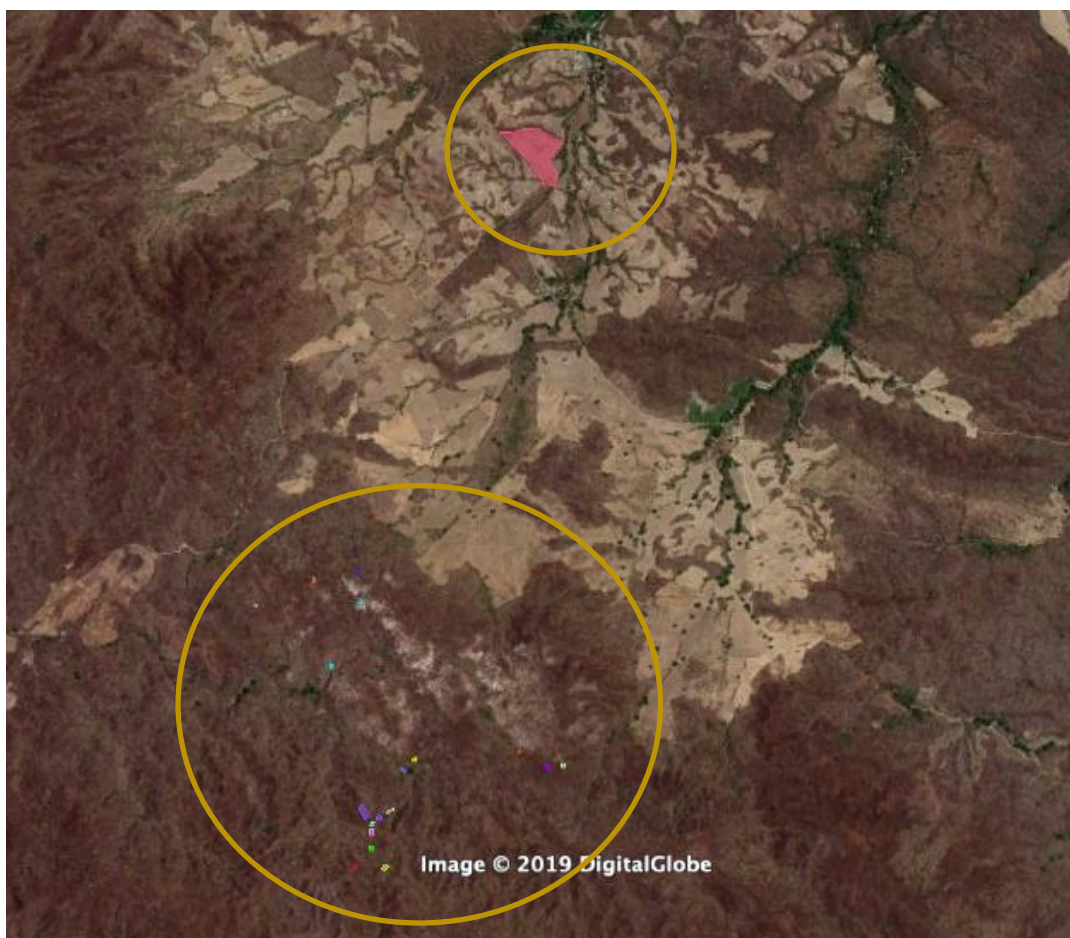
1. Primer supuesto: Estado del ambiente sin la ejecución del proyecto
2. Segundo supuesto: Estado del ambiente con la ejecución del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales generados por el proyecto.
3. Tercer Supuesto: Estado del Ambiente con la ejecución del proyecto y la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El proyecto se ubica en la parte central del estado de Sinaloa, en su zona Este de la Sierra en el Municipio de San Ignacio, en las Microcuencas denominada La Labor y Palmarito de Los Ramirez, designada para este proyecto como Sistema Ambiental (SA) y que comprende un área de 17,564.1254 ha; de acuerdo a lo anterior, el Sistema Ambiental (SA) del presente proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-10 SINALOA (Clave 10), localizada en la porción noroeste de la República Mexicana, en el Estado de Sinaloa, en la Cuenca Hidrográfica "A" Río Piaxtla – Río Elota – Río Quelite (Clave 16541) y en la Subcuenca "e" Río Elotas (Clave 17064); (RH10-A-e), que a su vez está ubicada en la Provincia fisiográfica: Sierra Madre Occidental y dentro de la Subprovincia: Pie de la Sierra.

El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio minero y una presa de jales para la extracción de minerales (Au, Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa Desarrollo María de la Cruz, S.A. DE C.V.

La actividad minera en la zona data del siglo IXX, cuando diversas explotaciones mineras en el municipio se realizaron por compañías o particulares nacionales y extranjeros. El proyecto se localiza en la porción Centro-Este del estado de Sinaloa, partir de la carretera Culiacán- Mazatlán dirigiéndose al sur, para luego tomar la carretera hacia coyotitán aproximadamente 32 km hasta llegar al Municipio de San Ignacio. Partiendo de ahí, son 17 km hasta el Ejido La Labor.



ESCENARIO ACTUAL.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

A continuación, se presenta el segundo escenario futuro bajo el supuesto del estado del ambiente con la ejecución del proyecto y sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de beneficio minero y una presa de jales para la extracción de minerales (Au y Ag) mediante la técnica de flotación, perteneciente a la empresa DESARROLLO MARIA DE LA CRUZ, S.A. DE C.V.

PLANTA DE BENEFICIO:

Se realizará la construcción de una planta de beneficio y presa de jales, además, un módulo de aprovechamiento minero por medio del método de flotación

a) Superficie total del predio: 83792.2072m².

POLÍGONO	AREA	SUP. DE LA OBRA (m ²)
1	Planta de Beneficio	67061.4445
2	Campamento	2588.6923
3	Cerro Pelón	566.8413
4	Enjambre	472.8453
5	Enjambre C-P	437.2392
6	El Salate	508.9206
7	La Cero	467.9607
8	Polvorín	388.0022
9	Veta 3	692.5987
10	Veta 6	734.7302
11	Veta 9	892.7202
12	M005	682.6108
13	La 60	726.4061
14	547	592.7243
15	548	456.8783
16	550	562.8489
17	551	554.4495
18	552	504.3120
19	553-554	934.1461
20	Presa de Jales	1982.9180
	TOTAL	81809.2892

El proyecto se ubica a partir de la carretera Culiacán- Mazatlán dirigiéndose al sur, para luego tomar la carretera hacia coyotitán aproximadamente 32 km hasta llegar al Municipio de San Ignacio. Partiendo de ahí, son 17 km hasta el Ejido La Labor.

ESCENARIO CON EL PROYECTO

Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de cobertura vegetal en un área de 1.2765 ha, lo cual representa el 0.01% de la superficie de vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (10,836.3520 ha) y el 0.03 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (4,602.9040 ha). Si el proyecto se realizara sin la compensación respectiva por el Cambio de Uso de Suelo Forestal, la medida propuesta de mitigación para este **impacto negativo no mitigable por la remoción de vegetación forestal**, del pago para que el **Fondo Forestal** lleve a cabo las acciones de reforestación y restauración forestal como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, consistentes en acciones de reforestación o de restauración, así como su mantenimiento para asegurar la efectividad de las mismas, se estaría perdiendo el apoyo dentro del programa de reforestación que cuenta la CONAFOR para compensar en otra área la pérdida de flora, incrementar el hábitat, la biodiversidad, disminuir la pérdida de carbón vegetal, y alteración del balance hídrico.

Impactos ambientales del proyecto sobre el SA y AI

No se utilizará agua de las corrientes superficiales ni del subsuelo para la ejecución del proyecto.

Se puede alterar la visibilidad en un radio de 100 metros a la redonda, por el polvo que se genere durante el despalme y movimientos de suelo; la carga y transporte del material, así se generarán emisiones a la atmósfera por la maquinaria fija y móvil, así como por los vehículos de transporte de material.

No obstante, lo anterior, en la región del proyecto se mantendrá una clara visibilidad del paisaje porque no hay industrias con chimeneas ni tráfico intenso, además el viento genera una continua remoción de las masas de aire, lo que mantendrá limpia la atmósfera en la zona de estudio.

Es posible que, durante la construcción del proyecto, se pueda causar la muerte de animales por atropellamiento.

El paisaje del SA y el área de influencia seguirá observándose impactado por las actividades agrícolas y por desarrollos inmobiliarios, solo que en el último caso se observará el cumplimiento de medidas preventivas, de mitigación y de compensación ambiental.

SI EL PROYECTO NO SE REALIZA

Como se ha mencionado el proyecto se refiere a la construcción, operación y mantenimiento de planta de beneficio para la explotación de minerales mediante flotación, dentro de tierras que se han abierto a la minería y agricultura, comunicación entre comunidades y rancherías de la zona. El área del proyecto corresponde a la construcción de un proyecto minero, el cual se encuentra en la Localidad de El Tule, Municipio de San Ignacio, Sinaloa, con una superficie de cambio de uso de suelo de 1.2765 ha que contempla la apertura de un tajo-portal y de un camino.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Con la autorización del proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación se tendría:

En La región, la actividad minera data del siglo XIX, cuando diversas explotaciones mineras en el municipio que se han realizado por compañías o particulares nacionales y extranjeros. El proyecto se localiza en la porción Centro-Este del estado de Sinaloa.

A continuación, se presenta el tercer escenario futuro bajo el supuesto del estado del Ambiente con la ejecución del proyecto y la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS:

Es necesario contar con medidas de mitigación en el predio del proyecto, para evitar daños ambientales provocados por la actividad del proyecto. A continuación, se muestra un plan de medidas de mitigación:

IMPACTOS	MEDIDA
IMPACTOS A LA FLORA	MITIGACIÓN
Pérdida de cobertura vegetal Pérdida de ejemplares flora Reducción del Hábitat Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos Pérdida de carbón vegetal Modificación de paisaje natural Alteración del balance hídrico.	La eliminación de la cobertura vegetal se hará exclusivamente en 1.2765 ha, considerando como medida de compensación para este impacto negativo no mitigable por la remoción, se propone como medida de mitigación la reforestación y restauración de acuerdo a los niveles de equivalencia para efectuar el pago al Fondo Forestal Mexicano con la finalidad que este organismo lleve a cabo las acciones de reforestación y restauración forestal como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales. De esta forma CONAFOR realice las medidas de

	compensación consistentes en acciones de reforestación o de restauración, así como su mantenimiento para asegurar la efectividad de las mismas, con esto se estará apoyando dentro del programa de reforestación que cuenta la CONAFOR para compensar en otra área la pérdida de flora, incrementar el hábitat, evitar a la pérdida por la biodiversidad, disminuir la pérdida de carbón vegetal, y alteración del balance hídrico. Todo lo anterior conforme a los lineamientos que establecen las diferencias entre materia de impacto ambiental y la forestal respecto al cambio de uso de suelo de fecha 28 de Marzo de 2012.
IMPACTOS AL SUELO.	MITIGACIÓN
Delimitación de zona donde se construirán las obras. Pérdida de carbono del suelo.	Se delimitará el área donde se esté trabajando en las obras del camino hasta los límites que se marcan en el proyecto. Realizar estrictamente la construcción de las estructuras complementarias como alcantarillas y vados para escurrimientos pluviales, que se tienen contemplados. No afectar mayores áreas con construcción, así mismo no tirar en ellas basura, desperdicios de construcción y otros productos nocivos a la salud o que propicien contaminación. El suelo será utilizado para cortes de cajón, el producto de excavación se empleará en la construcción de terraplenes, compactándolos. En aquellos tramos donde no se requiera de los conceptos mencionados, se deberá tratar la superficie de rodamiento existente para formar una capa del desplante con el ancho necesario y talud de 1.5:1, tomando en cuenta el nivel de la Rasante del proyecto, durante las obras la superficie será constantemente regada para compactar y controlar la emisión de partículas fugitivas al ambiente, el material será compactada y nivelado para formar cunetas a ambos lados del camino, como canales pluviales para evitar la erosión del camino.
IMPACTOS A LA ATMÓSFERA	MITIGACIÓN
Generación de partículas, polvo y humos.	Los camiones de volteo que transporten materiales, lo harán con una lona que cubre el producto y respetando un límite de velocidad, que por ende ayude a la minimización de la dispersión y propagación de polvo. De ser necesario humectar los sitios de obra donde haya desprendimiento de polvos furtivos.

Generación de humos y gases.	Uso de maquinaria en buen estado. Se contará con un programa de mantenimiento preventivo de los vehículos que se utilicen, que contemple el calendario de afinaciones o en su defecto reparaciones de motor.
Generación de ruidos.	Uso de maquinaria en buen estado. Se hará extensivo el uso obligatorio en los vehículos que se utilicen de tubos de escape en buen estado y con silenciador, así también que se contemple el calendario de afinaciones o en su defecto reparaciones de motor que prevenga el funcionamiento normal, sin ruidos por fallas de funcionamiento. El nivel de intensidad en la etapa de la construcción estará restringido a los motores del equipo de construcción de obras, el cual fluctuará entre los 70 y 80 decibeles en las cercanías del equipo por lo que los operadores estarán obligados a portar equipo de protección en los oídos. Por el área despejada donde se realizarán las actividades, a 10 metros el nivel sonoro disminuye a niveles tolerables y a más allá de 50 metros se vuelve definitivamente no molesto.

Descripción de los impactos ambientales positivos

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
GENERACIÓN DE EMPLEOS	Con el proyecto se crearán 15 puestos de trabajo directos y 30 indirectos. En la contratación de personal se dará prioridad a los habitantes de las localidades aledañas al proyecto.
DERRAMA ECONÓMICA	Se efectuará una inversión fija de \$ 24,500,000.00 los cuales incluyen el pago de salarios; el pago de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; la adquisición, insumos y materiales; combustibles, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.

- Se efectuará el pago al Fondo Forestal Mexicano como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, conforme a los lineamientos que establecen las diferencias entre materia de impacto ambiental y la forestal respecto al cambio de uso de suelo de fecha 28 de Marzo de 2012.
- Previo a la introducción de maquinaria y equipo, se realizarán recorridos por las zonas donde se efectuará el desmonte, con la intención de hacer sonidos ruidosos

para que la fauna presente emigre a zonas de mayor tranquilidad y estén fuera de peligro, dichos recorridos se realizarán también con la intención de rescatar y reubicar especies de lento y nulo desplazamiento.

- El proyecto no pretende utilizar agua de las corrientes intermitentes y efímeras, así como tampoco hará uso del agua del subsuelo. Se contará con sistema de conducción pluvial y derivará a un sistema de captación que la conduzca.
- No existe ninguna medida de mitigación o de compensación para el impacto ambiental al relieve del suelo, por lo tanto, se mantendrá como un impacto residual.
- No se observarán descargas de aguas residuales que contaminen el suelo o las aguas nacionales. Se llevarán a cabo las obras necesarias para derivar las aguas pluviales y evitar erosión del camino i suelos aledaños.
- No se visualizarán polvaredas ya que se contratará con riegos de agua con camiones cisterna, para humedecer el suelo y el material pétreo almacenado; además los vehículos que transporten materiales estarán cubiertos con lonas, para evitar la dispersión de polvos.
- Se observarán letrinas móviles en los frentes de trabajo, a efecto que los trabajadores realicen en ellas sus necesidades fisiológicas, para ello se tiene proyectado instalar 1 letrina móvil por cada frente de trabajo o 15 trabajadores.
- También serán vistos en los frentes de trabajo contenedores perfectamente bien identificados para disposición temporal de basura común y residuos peligrosos generados de manera emergente. Los residuos sólidos serán enviados al sitio de disposición autorizado por el municipio y los residuos peligrosos serán dispuestos en un almacén temporal que se la empresa tiene autorizado con anterioridad a este proyecto. Estos últimos residuos serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, a efecto de que los transporte y los recicle, reúse o les dé el destino final que corresponda.
- No se observarán animales muertos por atropellamiento, ya que los vehículos se trasladarán a velocidades menores de 30 km por hora y en caso de encontrar a un ejemplar de lento o nulo desplazamiento sobre los caminos de terracería o áreas de desmonte, se efectuará su rescate y reubicación inmediata en terrenos forestales aledaños, verificando si alguno de dichos organismos, están listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a los cuales se les aplicarán las medidas necesarias para su protección. La translocación de la fauna se realizará en terrenos cercanos que cuentan con vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia,

que permitirán la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los ejemplares, cuya ubicación ya fue descrita, en las áreas de reserva forestal.

- No se observarán columnas de humo, ya que se dará mantenimiento preventivo y correctivo en los talleres mecánicos y eléctricos de la ciudad de San Ignacio, Sin., a los vehículos y la maquinaria móvil y fija, usando los aceites; filtros y escapes adecuados, a efecto que los niveles de emisiones no rebasen los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas.

VIII.4. Pronóstico ambiental

Del presente estudio se puede concluir que:

En materia de desarrollos Minero:

El proyecto tendrá una vigencia aproximada de 20 años, en los cuales se desarrollarán actividades de preparación del sitio, de construcción, de operación y mantenimiento. Su larga vida útil se promueve considerando el Municipio de Bdiraguato es una región de aptitud minera que data de siglos de exploración y que contando con una planta de beneficio apropiada y un camino de acceso directo y sin paso por poblaciones y rancherías sustenta el desarrollo minero insipiente.

En materia del medio ambiente:

- A. El polígono del proyecto se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales; Sitios RAMSAR; Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves; Regiones Terrestres Prioritarias y Regiones Hidrológicas Prioritarias.
- B. Para la construcción de las obras se requiere efectuar la eliminación de cobertura vegetal en un área de 1.2765 ha, lo cual representa el 0.01% de la superficie de vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el sistema ambiental (10,836.3520 ha) y el 0.03 % de la superficie de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia existente en el área de influencia del proyecto (4,602.9040 ha)

En el contexto de impacto relevante establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se pretende afectar un área de **1.2765 Ha**, lo cual que representan el **0.02%** de la superficie del área de influencia donde se encuentra el proyecto (**8,468.0656 ha**) y un **0.01%** del **Sistema Ambiental (SA)** que cuenta con una superficie total de **17,564.1254 ha**.

Se evidencia que, si bien el proyecto puede generar impactos potencialmente relevantes al SA y al AI, la extensión de los mismos (0.01% del SA y el 0.02% del AI) y la aplicación de medidas preventivas y correctivas permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos, de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA y AI.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes tal como los corredores biológicos y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no serán afectadas debido a que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SA y AI, de forma específica existe una potencial afectación a individuos (diversidad alfa o local) que no se encuentran bajo categorías de riesgo, sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales a la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afectará a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, tal y como se presentará, para todos los impactos se proponen medidas de prevención y de planeación para el desarrollo del proyecto que permitan disminuir su relevancia y hacer compatible el proyecto con los atributos ambientales del SA y del AI.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará alteraciones de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afectan negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos, permitiendo la continuidad en el funcionamiento de los ecosistemas presentes en el SA y AI.

- A. Se efectuará el pago al Fondo Forestal Mexicano como medida compensatoria por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
- B. Se delimitará el área donde se esté trabajando en las obras hasta los límites que se marcan en el proyecto. Realizar estrictamente la construcción de las estructuras. No afectar mayores áreas con construcción, así mismo no tirar en ellas basura, desperdicios de construcción y otros productos nocivos a la salud

o que propicien contaminación. El suelo será utilizado para cortes de cajón, el producto de excavación se empleará en la construcción de terraplenes, compactándolos, durante las obras, la superficie será constantemente regada para compactar y controlar la emisión de partículas fugitivas al ambiente, el material será compactada y nivelado para formar cunetas a ambos lados del camino, como canales pluviales para evitar la erosión del suelo.

- C. Previo a la introducción de maquinaria y equipo, se realizarán recorridos por las zonas donde se efectuará el desmonte, con la intención de hacer sonidos ruidosos para que la fauna presente emigre a zonas de mayor tranquilidad y estén fuera de peligro, dichos recorridos se realizarán también con la intención de rescatar y reubicar especies de lento y nulo desplazamiento.

En materia Socioeconómica:

- A. Se efectuará una inversión fija de \$ 24,500,000.00 los cuales incluyen el pago de salarios; el pago de trámites e impuestos federales, estatales y municipales; la adquisición, insumos y materiales; combustibles, pago a talleres de mantenimiento de maquinaria y vehículos, compra de refacciones, contrato de maquinaria pesada y otros.
- B. Con el proyecto se crearán 15 puestos de trabajo directos y 30 indirectos. En la contratación de personal se dará prioridad a los habitantes de las localidades aledañas al proyecto.

Se concluye que este proyecto será ambientalmente viable, por las medidas de mitigación y preventivas que se aplicaran durante su desarrollo, y que el costo ambiental contra el beneficio a generar.

VIII.5. Programa de manejo ambiental

La verificación ambiental del proyecto se contempla como la herramienta de control directo de los aspectos planificados y gestionados en las medidas anteriores, y se basa en los siguientes objetivos:

- a) Vigilar el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas por la **SEMARNAT**, así como la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y de compensación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto;
- b) Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos impactados por el proyecto.

Estrategias

El presente programa estará a cargo del Representante Legal de la empresa, quien designará a un responsable técnico para que realice el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen en el presente estudio, así como lo que se establezca en los Términos y Condicionantes de la resolución del trámite del proyecto.

Como parte de este trabajo, se efectuará la toma de fotografías de las obras y actividades que se ejecuten y recabarán las evidencias documentales de la empresa, en relación a la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación. El trabajo incluye la realización de las acciones de rescate y reubicación de fauna, tomando registros de la fecha; la hora y las coordenadas de ubicación; del nombre común y científico de las especies; estadio biológico; talla; estado de salud y en su caso el sexo cuando sea posible determinarlo para el caso de la fauna.

Para documentar el cumplimiento y/o incumplimiento verificado en cada supervisión, se efectuarán las anotaciones correspondientes en una bitácora, o registro de hojas de verificación o chequeo.

Se contará con información actualizada diariamente en la bitácora, en las hojas de verificación o chequeo y se tendrá copia de las evidencias documentales de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación, con todo lo cual elaborará un informe técnico, el cual será entregado al representante de la empresa promovente, en un lapso no mayor a tres días naturales posteriores a la supervisión. En dicho informe se valorará el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales propuestas por la promovente y establecidas por la autoridad, sugiriendo en su caso, las acciones que deban ser ejecutadas para corregir los incumplimientos que se presenten. De igual forma, si llegaran a generarse impactos ambientales adicionales a los manifestados en el presente estudio, se efectuarán las recomendaciones pertinentes, a efecto de que la empresa aplique las medidas correspondientes y reportarlas a la autoridad ambiental.

La empresa a través del técnico ambiental, elaborará los informes técnicos con la periodicidad que se establezca en la resolución del trámite del proyecto, mismos que serán entregados a la SEMARNAT y a la PROFEPA, para su análisis y, en su caso, validación respectiva.

VIII.6. Seguimiento y control

Se utilizarán indicadores de vigilancia ambiental a los cuales se les dará el seguimiento siguiente:

- Los residuos sólidos que se generen en el sitio del proyecto serán almacenados temporalmente y entregados a una empresa autorizada para su recolección, transporte, reúso, reciclado o destino final que corresponda. Lo anterior será evidenciado con los manifiestos de entrega de los residuos.
- La maquinaria y vehículos recibirán su mantenimiento en talleres autorizados ubicados fuera del sitio del proyecto. Esta actividad será demostrada con facturas de mantenimiento.
- El sitio estará libre de derrames líquidos o dispersión de residuos sólidos. Se presentarán evidencias fotográficas.
- Se contará con depósitos para el manejo independiente de los residuos sólidos. Se presentarán evidencias fotográficas.
- Los residuos domésticos, será recolectados y derivados al Basurón de Elota. Se presentarán evidencias fotográficas y en su caso se proporcionarán comprobantes de pagos municipales.
- Se contará con letrinas portátiles para servicio del personal de la empresa y de los visitantes. La propietaria de las letrinas se encargará de su limpieza y adecuada disposición de las aguas residuales. Se presentarán evidencias fotográficas y en su caso se proporcionarán constancias de pagos o contrato correspondiente.
- Todas las obras e instalaciones contarán con señalizaciones claramente visibles. Se presentarán evidencias fotográficas.
- La generación de ruido, de polvo o tolvánicas y emisiones a la atmósfera, tendrá como límite lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.
- El rescate y reubicación de fauna se llevará a cabo de acuerdo a lo descrito en el presente estudio. Además, se colocarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna del lugar. De todo lo anterior se presentarán las evidencias fotográficas correspondientes.

A continuación, se proporciona el cronograma de cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación que se pretende cumplir:

INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B-PARTICULAR
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE BENEFICIO Y MINA "MARIA DE LA CRUZ", PARA LA EXPLOTACION DE MINERALES".

TIPO DE RESIDUO	MANEJO	DISPOSICIÓN
LÍQUIDOS (de tipo sanitario)	Aguas residuales serán de tipo sanitario.	Los residuos de tipo sanitario serán depositados en Letrinas Portátiles 1 por frente de trabajo o 1 por cada 15 trabajadores; a la cual se le dará mantenimiento constante.
SÓLIDOS	Cajas de cartón, envases de vidrio, latería, papel, etc.	Recolección Basurón municipal.
ORGÁNICOS	Desperdicios de alimentos en bolsas de plástico.	Recolección Basurón municipal.
INORGÁNICOS	Bolsas de plástico	Recolección Basurón municipal.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	
Niveles de ruido.	Se vigilará el cumplimiento de los niveles de ruido, el proyecto generará ruido por debajo de la norma para ruido industrial (68 dB), tomando como referente la NOM-081-ECOL-1994 .
Disposición de residuos sanitarios	El sitio de construcción del proyecto de manera temporal será requerido, se instalarán sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 15 trabajadores y 1 fracción mayor.
Generación de partículas, polvo y humos.	Los camiones de volteo que transporten material a la obra, lo harán con una lona que cubra el producto transportado y respetando un límite de velocidad, que por ende ayude a la minimización de la propagación del polvo.
Generación de humos y gases.	Se contratarán vehículos con motores en buen estado, a fin de minimizar la generación de humos y gases de acuerdo a la injerencia de: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-076-SEMARNAT-1995.

El impacto más significativo es el uso de la capa superficie del suelo, que se utilizará en el desplante de las obras e infraestructura del proyecto.

CAPITULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

IX.1 Presentación de la información.

Atentos al contenido del artículo 19 del Reglamento de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental*, se entregan cuatro ejemplares impresos del **Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular** de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio está grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio, mismo que está presentado en formato Word.

IX.1.1 Cartografía.

Se proporcionan de forma anexa los planos generales del proyecto; del Sistema Ambiental y del Área de Influencia del Proyecto, todos ello en Auto CAD, con dimensiones de 60 x 90 cm:

En los planos antes referidos se registra la ubicación de las obras del proyecto, se proporcionan los cuadros de construcción correspondientes en coordenadas UTM WGS84 y además se efectúa una detallada georeferenciación.

IX.1.2 Fotografías

Se adjunta una memoria fotográfica que describe brevemente los aspectos que se desean resaltar.

IX.1.3 Videos

No se proporcionan videos

IX.2 Otros anexos

Se adjunta la siguiente documentación legal

- ✓ Documentos para acreditar la personalidad del Apoderado Legal que actúa en representación de la promovente.

- ✓ Copias de la Convocatoria a los ejidatarios, con su correspondiente Inscripción en el Registro Agrario Nacional.
- ✓ Copia del Acta de ASAMBLEA de los Ejido, con su correspondiente Inscripción en el Registro Agrario Nacional y en la cual se Acuerda y Autoriza por la ASAMBLEA el desarrollo de los trabajos de Impacto Ambiental y de Autorización para el Cambio de Uso de Suelo de los Terrenos Forestales de los predios que ocupara el proyecto.

IX.2.1 Memorias

Se aportan también de forma anexa los resultados de los muestreos de vegetación, las matrices y hojas de cálculo.

IX.3 Glosario de términos

Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Alcance: (Scoping): fase siguiente al Sondeo (*screening*) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies amensales: en una relación entre dos especies, aquella que se inhibe mientras la otra no se afecta.

Especies comensales: se trata de aquellas especies que se benefician a costa de otra sin causarle ningún daño ni afectar a esta.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Homeostasis: es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- ✓ La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- ✓ La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- ✓ La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede auto depurar un río o un lago).

Impactos independientes: efecto en el ambiente que resulta de la ocurrencia de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, en los cuales no existe adición de impactos que generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o de aquellos que actualmente los están generando.

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín indicare, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles.

Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento,

planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

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

Sondeo (Screening): Fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: Es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

IX.4 Bibliografía

2012. SEMARNAT. Lineamientos que Establecen las Diferencias Técnicas, entre la Materia de Impacto Ambiental y la Forestal, Respecto del Cambio de Uso de Suelo, dictados por el C. Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental, 28 de marzo de 2012. México, D.F.
2011. La IP Sinaloa. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016. Culiacán, Sin.
2011. CONABIO. Área de Importancia para la Conservación de las Aves
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2011. CONABIO. Región Hidrológica Prioritaria
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2011. CONABIO. Región Marina Prioritaria
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2011. CONABIO. Región Terrestre Prioritaria
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mmapa.html>
2011. CONANP. ANP de competencia federal.
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>
2011. CONANP. Sitios RAMSAR. Sitio RAMSAR
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>
2011. INEGI. Perspectiva Estadística de Sinaloa.
2011. INEGI. CGSNEGI. Carta de Climas. 1:1,000,000..
2011. CONAGUA. Servicio Meteorológico Nacional.
<http://smn.cna.gob.mx>
2011. UNAM. Regiones sísmicas de México.
http://www.ssn.unam.mx/website/html/SSN/Sismos/region_sismica_mx.html
2011. Plan Municipal de Desarrollo de Culiacán, Sin. 2011-2013.
2010. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección. Publicada en el D.O.F. de fecha 30 de diciembre del 2010. México, D.F.
2010. CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México, D.F.

2010. Gobierno del Estado de Sinaloa. Secretaría de Desarrollo Social y Sustentable. Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Dirección de Protección Ambiental. ANP de Competencia Estatal. Culiacán, Sin.
2010. Gobierno del Estado de Sinaloa. Secretaría de Desarrollo Social y Sustentable. Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Dirección de Protección Ambiental. ANP de Competencia Municipal. Culiacán, Sin.
2010. SEMARNAT. Dirección de Geomática. ANP de Competencia Federal.
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>
2009. INEGI. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Culiacán, Sinaloa.
2008. Kenn Kaufman. "Guía de Campo a las Aves de Norteamérica". Houghton Mifflin Company. New York, E.U.A.
2007. Gobierno del Estado de Sinaloa. Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Sinaloa 2007-2020. Culiacán, Sin.
<http://laip.sinaloa.gob.mx/NR/rdonlyres/B8C4ACBF-78B7-413C-985A-A96DB8C646CE/0/PlanestatalCompleto.pdf>
2007. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Contaminantes Provenientes del Escape de los Vehículos Automotores en Circulación que usan Gasolina como Combustible. Publicada en el D.O.F. de fecha 06 de marzo del 2007. México, D.F.
2007. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006 que Establece los Niveles Máximos Permisibles de Opacidad del Humo Proveniente del Escape de Vehículos Automotores en Circulación que Usan Diesel o Mezclas que Incluyan Diesel como Combustible. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de septiembre del 2007. México, D.F.
2006. SEMARNAT. Acuerdo por el que se Expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación de fecha 15 de diciembre del 2006. México, D.F.
2006. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que Establece las Características de los Residuos Peligrosos, el Listado de los Mismos y los Límites que Hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente. Publicada en el D.O.F. de fecha 23 de junio del 2006. México, D.F.
2006. Presidencia de la República. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 29 de noviembre de 2006. México, D.F.

2006. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Ley General de Vida Silvestre, publicada en el D.O.F. de fecha 26 de junio del 2006. México, D.F.
2006. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, publicado en el D.O.F. de fecha 30 de noviembre del 2006. México, D.F.
2005. Presidencia de los Estados Unidos Mexicanos. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el D.O.F. de fecha 21 de febrero de 2005. México, D.F.
2005. SSA. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con respecto a Material Particulado. Publicada en el D.O.F. de fecha 26 de septiembre del 2005. México, D.F.
2003. Gómez Orea, D., Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
2003. Guzmán, U., Arias, S., Dávila, P. "Catálogo de Cactáceas Mexicanas". UNAM., CONABIO. México, D.F.
2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), (Publicado en el D.O.F. de fecha 30 de mayo de 2000). México, D.F.
2000. Marcelo Aranda. "Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México". Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.
2000. Sergio Ticul Álvarez-Castañeda, James L. Patton. "Mamíferos del noroeste de México". Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Talleres Gráficos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California, Sur.
1998. Pennington, T.D., Sarukhán. "Árboles tropicales de México". UNAM. Fondo de Cultura Económica. México, DF.
1997. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. Publicada en el D.O.F. de fecha 06 de enero de 1997. Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes. México, DF.
1995. SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido Provenientes del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados En Circulación y su Método de Medición. Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de enero de 1995. México, DF.

1995. Conesa Fernández.- Vitora, V., Guía Metodológica para la Evaluación Del Impacto Ambiental. Editorial Mundi Prensa, Madrid, España.
1994. Martínez, M. "Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas". Fondo de Cultura Económica., México, DF.
1993. Patricio Robles Gil, Gerardo Ceballos y Fulvio Eccardi. "Diversidad de Fauna Mexicana". Cementos de México, S.A. Editorial Toppan Printing, Co. Japón.
1992. Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992. México, DF.
1991. Banco Mundial. Evaluación Ambiental, Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Vol. I. Trabajo técnico. Vol 139. Washington, D.C.
(www.medioambiente.gov.ar/aplicaciones).
1990. M.V.Z. Ma. De los Ángeles Roa Riol y M.V.Z. Luis Palazuelos Platas. "Memorias del VIII Simposio Sobre Fauna Silvestre". Universidad Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. D.F.
1990. Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990. México, DF.
1988. Presidencia de la República. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988. México, DF.
1979. Gustavo Casas Andreu, Clarence J. Mocoy. Anfibios y Reptiles de México. Impresora Eureka, S.A. México, DF.
1978. Rzedowski, J. "Vegetación de México". Editorial Limusa, México. D.F.