



**COMPAÑÍA MINERA**  **SUIZO-MEXICANA S.A. DE  
C.V.**

# *Manifestación de Impacto Ambiental*

*Modalidad particular*

*Proyecto: El Amarradero*

*Municipio de Colima, Col.*



*Marzo 2017*

**Cap. IV Pág. 1 de 311**





## CRÉDITOS

M.C. Saúl Moreno Gómez  
Coordinador

M.C. Antonio Estrada Valencia  
Vinculación Y Análisis de Impacto

Ing. Jorge Padilla Pastrana  
Inventario Forestal

Ing. Jesús de la Mora  
Inventario Forestal

Ing. Edgar Adrián Gómez del Castillo  
Especialista SIG y Fauna

Biol. Jaime Thomas Muñoz  
Especialista Fauna

Ing. Nancy Cecilia Sandoval Espinoza  
Especialista Flora



## INDICE

<b>CAPITULO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>I</b>	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
<b>II</b>	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
<b>III</b>	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO	
<b>IV</b>	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	
<b>V</b>	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	
<b>VI</b>	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	
<b>VII</b>	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	
<b>VIII</b>	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN	



## **ANEXOS**

1. DOCUMENTACIÓN LEGAL
2. PLAN DE MINADO
3. PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE
4. PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA SILVESTRE
5. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL
6. PROGRAMA DE CONTROL DE INCENDIOS



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

### I.1. PROYECTO

#### I.1.1 Nombre del proyecto: “EL AMARRADERO”

Datos del sector y tipo de proyecto

<b>Sector</b>	Primario
<b>Subsector</b>	Industrial
<b>Tipo de proyecto</b>	Minería a cielo abierto

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

<b>Entidad federativa:</b>	Colima
<b>Municipio:</b>	Colima
<b>Localidad:</b>	Tepames

En la figura 1 se presenta croquis de ubicación del proyecto.

#### I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Duración total 11 años (Incluye 3 años de etapa de rehabilitación ambiental).

#### I.1.4. Situación legal del predio

El predio es propiedad de la empresa promovente del proyecto. En el **Anexo 1** se presentan los documentos que amparan la posesión legal del terreno.



## **I.2 PROMOVENTE**

I.2.1 Nombre o razón social:

COMPAÑÍA MINERA SUIZO-MEXICANA S.A. DE C.V

1.2.2 Registro federal de causantes: MSU060203PUS

I.2.3 Nombre del representante legal:

Ing. Jacobo Arias Díaz

1.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones:

Carretera Manzanillo-Minatitlán SN Jalipa  
Manzanillo, Colima CP 28870  
Teléfono.



### **1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO**

#### 1.3.1 Nombre o Razón Social:

Saúl Moreno Gómez.

#### 1.3.2 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio:

Saúl Moreno Gómez

#### 1.3.3 RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio:

MOGS6001113C1

#### 1.3.4 Dirección

#### Correo electrónico:

saul.mrn.gmz@gmail.com



**Figura 1** Croquis de localización del proyecto y propiedad.





II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	12
II.1.	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	12
II.1.1.	Naturaleza del proyecto.	12
II.1.2.	Selección del sitio.	12
II.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización.	13
II.1.4.	Inversión requerida.	23
II.1.5.	Dimensiones del proyecto.	23
II.1.6.	Uso actual del suelo	23
II.1.7.	Urbanización y descripción de servicios requeridos	27
II.1.8.	Características particulares del proyecto	27
II.1.9.	Programa General de trabajo	27
II.1.10.	Estudios de campo y de gabinete	29
II.1.11.	Preparación del Sitio	34
II.1.12.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	34
II.1.13.	Etapa de Construcción	34
II.1.14.	Etapa de Operación y Mantenimiento	34
II.1.15.	Descripción de obras asociadas al proyecto	42
II.1.16.	Etapa de abandono del sitio	42
II.2.	Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera	43
II.2.1.	Residuos	43
II.2.2.	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.	43
II.2.3.	Posibles Accidentes y Planes de Emergencia:	44
II.3.	ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES RESULTANTES DEL CAMBIO DE UTILIZACIÓN DE TERRENOS FORESTALES	46
II.3.1.	Resultados.	47



## Índices de figuras y cuadros Cap. II

Figura 1. Ubicación del área del proyecto a nivel nacional, estatal y municipal.	14	
Figura 2. Localización del área del proyecto El Amarradero, a una distancia de 27.0 Km al S 32° E de la ciudad de Colima.	16	
Figura 3. Ubicación general del proyecto en el límite de propiedad		17
Figura 4. Uso del suelo en límites de propiedad.	26	
Figura 5. Sección geológica y de cuerpos de mineral de interés.	31	
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de minado y beneficio.	31	
Figura 7. Diseño a límites finales de los tajos y el arreglo general del proyecto.	33	
Figura 8. Ubicación obras de control hidrológico	39	
Figura 9. Estimación de volumen para especies “comunes”	47	
Cuadro 1 Coordenadas de vértices del polígono de propiedad	18	
Cuadro 2 Coordenadas de los vértices del área del proyecto	18	
Cuadro 3. Uso del suelo en polígono de propiedad y polígono de proyecto		23
Cuadro 4. Programa de trabajo general .	28	
Cuadro 5. Controles Operativos	29	
Cuadro 6. Estimación de parámetros gasométricos y volumen de remoción total por especie	47	



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### Naturaleza del proyecto.

La Compañía Minera Suizo-Mexicana; S.A. de C.V. pretende aprovechar los cuerpos de dolomita y caliza que se encuentran dentro de la concesión minera Gaby II, ubicada en el flanco norte del cerro El Puro, cercano al poblado El Amarradero, en el Municipio de Colima. Para lo cual se dio a la tarea de evaluar los recursos y definir el proyecto de minado y beneficio, así como los posibles mercados de los productos y su factibilidad económica.

Este documento presenta una síntesis de lo realizado para que sirva de soporte para los estudios y tramites del manifiesto de impacto ambiental y cambio de uso de suelo del que se denomina Proyecto El Amarradero.

#### Selección del sitio.

La selección del sitio está condicionada a la ubicación de las características geológicas del terreno (mineral a extraer), en este caso particular, dentro de la concesión minera Gaby II, que se encuentra en condición vigente amparada con el No. de Título 214410 con una superficie de 45.00 has, y de la cual es titular el Ing. Claudio Jacobo Arias Díaz.

La estimación del volumen y calidad de recursos de dolomita y caliza fue el primer paso para a partir de allí diseñar los métodos de minado y beneficio que nos permitan obtener los productos económicamente aprovechables. En este proceso además de realizar reconocimientos propios, se aprovecharon los estudios e información generada por agencias de gobierno así como de empresas privadas.



### Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El proyecto se localiza a una distancia de 27.0 Km al S 32° E de la ciudad de Colima y a 200 m al Poniente del poblado El Amarradero, del cual recibe su nombre, jurisdicción del Municipio de Colima. La principal vía de comunicación es por la carretera federal No. 243 que une a la Cd. de Colima con el poblado Tinajas. Se recorre esta, hasta la comunidad El Amarradero y de ahí hacia el Poniente por un camino de terracería hasta la falda del Cerro el Puro, el proyecto El Amarradero se localiza sobre el flanco noroeste del mismo, dentro de la concesión minera Gaby II. Este recorrido se hace en un tiempo de 30 minutos partiendo desde la Cd. de Colima al área del Proyecto (Figura 1 y 2).



Figura 1. Ubicación del área del proyecto a nivel nacional, estatal y municipal.

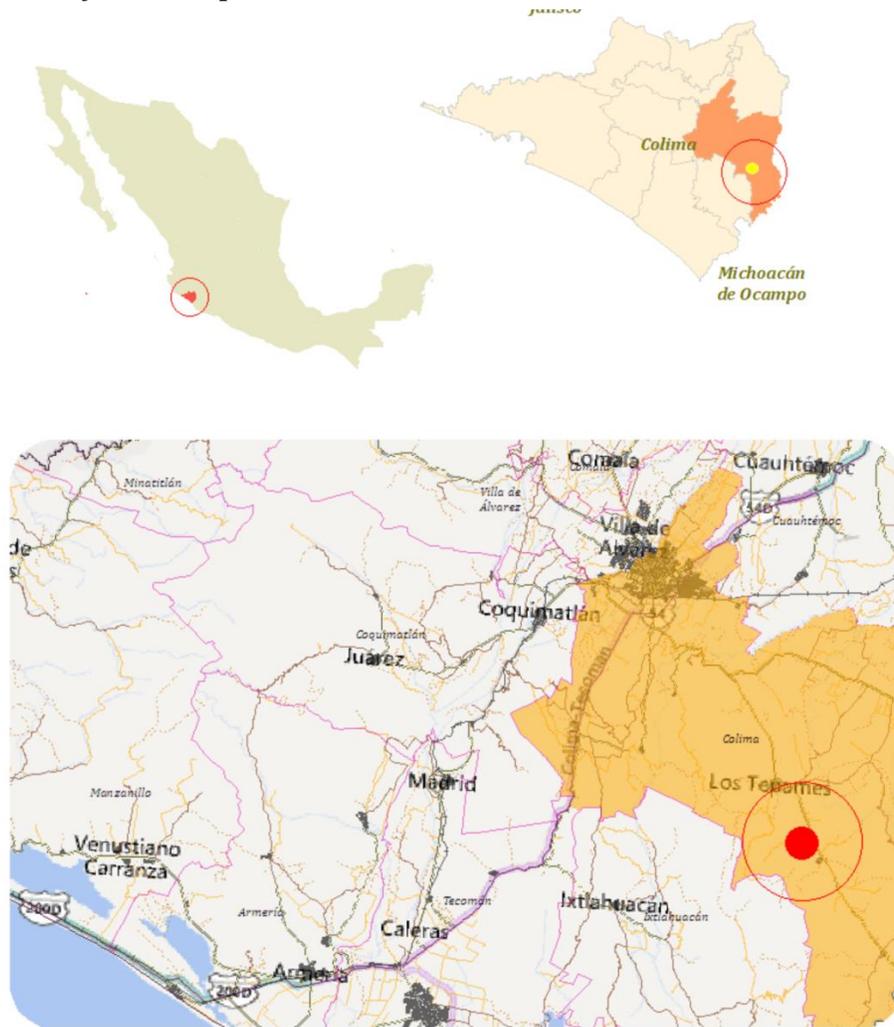






Figura 2. Localización del área del proyecto El Amarradero, a una distancia de 27.0 Km al S 32° E de la ciudad de Colima.





Figura 3. Ubicación general del proyecto en el límite de propiedad





Cuadro 1. Coordenadas de vértices del polígono de propiedad

VERTICE	X	Y	VERTICE	X	Y
1	647852.98	2107834.01	17	647217.57	2106858.18
2	647865.45	2107724.49	18	646970.85	2106842.08
3	647873.93	2107727.79	19	647234.44	2107516.83
4	647916.91	2107744.48	20	647340.34	2107787.91
5	647783.62	2107382.15	21	647345.72	2107801.67
6	647746.26	2107280.59	22	647437.02	2107807.41
7	647736.85	2107255.01	23	647486.83	2107798.15
8	647776.80	2107191.98	24	647552.21	2107766.84
9	647847.06	2107080.21	25	647626.66	2107775.19
10	647946.40	2106922.18	26	647852.98	2107834.01
11	647962.72	2106896.22	27	647637.15	2107776.37
12	647949.99	2106868.23	28	647644.58	2107782.27
13	647862.51	2106804.19	29	647677.10	2107808.12
14	647738.29	2106839.95	30	647719.84	2107842.08
15	647527.18	2106805.19	31	647797.10	2107880.44
16	647183.65	2106752.08	32	647852.98	2107834.01

Cuadro 2. Coordenadas de los vértices del área del proyecto UTM (WGS84)

VERTICE	X	Y	VERTICE	X	Y
1	647746.93	2107235.92	151	647685.41	2107767.33
2	647749.59	2107227.62	152	647726.05	2107769.87
3	647753.88	2107211.85	153	647750.40	2107750.25
4	647760.25	2107187.06	154	647751.23	2107745.86
5	647763.20	2107178.51	155	647741.06	2107705.87
6	647767.65	2107167.86	156	647656.92	2107658.28
7	647767.01	2107167.46	157	647632.82	2107650.22
8	647777.32	2107137.58	158	647606.45	2107626.45
9	647801.57	2107098.03	159	647542.68	2107576.88
10	647808.73	2107102.63	160	647562.62	2107541.34
11	647819.91	2107085.11	161	647551.79	2107517.07
12	647798.92	2107088.89	162	647545.34	2107536.67
13	647769.65	2107135.41	163	647511.15	2107605.04



14	647760.07	2107163.06	164	647456.22	2107659.80
15	647754.48	2107159.51	165	647422.05	2107690.55
16	647741.17	2107180.67	166	647392.38	2107721.93
17	647751.88	2107187.47	167	647361.71	2107738.95
18	647739.64	2107232.57	168	647354.59	2107745.88
19	647726.96	2107214.99	169	647351.89	2107759.04
20	647699.51	2107217.20	170	647352.94	2107763.93
21	647694.27	2107230.36	171	647359.80	2107775.01
22	647695.54	2107234.07	172	647378.81	2107779.95
23	647697.78	2107232.07	173	647381.52	2107770.02
24	647719.13	2107227.13	174	647365.70	2107756.96
25	647730.09	2107237.56	175	647375.91	2107745.55
26	647701.24	2107250.82	176	647399.36	2107732.82
27	647704.86	2107261.44	177	647420.70	2107716.78
28	647709.95	2107264.54	178	647830.24	2107068.91
29	647715.69	2107268.04	179	647804.94	2107052.78
30	647717.90	2107267.04	180	647783.44	2107086.51
31	647736.58	2107250.70	181	647794.93	2107093.56
32	647746.93	2107235.92	182	647770.15	2107133.95
33	647609.92	2107343.30	183	647769.65	2107135.41
34	647601.90	2107333.03	184	647798.92	2107088.89
35	647542.05	2107381.25	185	647819.91	2107085.11
36	647571.65	2107417.07	186	647830.24	2107068.91
37	647600.07	2107390.32	187	647754.48	2107159.51
38	647611.26	2107373.66	188	647742.31	2107151.80
39	647606.89	2107363.18	189	647728.93	2107172.91
40	647609.92	2107343.30	190	647741.17	2107180.67
41	647429.51	2107412.08	191	647754.48	2107159.51
42	647432.23	2107392.62	192	647643.41	2107135.51
43	647462.93	2107380.53	193	647603.82	2107099.63
44	647473.12	2107369.95	194	647576.73	2107106.89
45	647466.09	2107351.77	195	647549.47	2107175.62
46	647450.65	2107365.17	196	647526.25	2107200.05
47	647441.66	2107353.34	197	647456.17	2107239.42
48	647460.84	2107338.21	198	647442.44	2107246.42
49	647456.86	2107327.93	199	647444.05	2107260.91
50	647454.21	2107314.04	200	647444.51	2107263.33
51	647420.86	2107357.25	201	647524.98	2107218.93
52	647370.31	2107368.63	202	647549.97	2107199.98



53	647370.90	2107350.97	203	647576.76	2107155.96
54	647412.17	2107332.48	204	647587.05	2107128.29
55	647411.19	2107281.72	205	647603.88	2107114.73
56	647444.51	2107263.33	206	647611.63	2107131.37
57	647444.05	2107260.91	207	647590.84	2107195.19
58	647442.44	2107246.42	208	647517.51	2107259.19
59	647373.20	2107281.73	209	647455.37	2107312.53
60	647372.85	2107281.73	210	647454.21	2107314.04
61	647373.18	2107282.25	211	647456.86	2107327.93
62	647375.78	2107286.31	212	647460.84	2107338.21
63	647378.72	2107347.33	213	647533.92	2107280.54
64	647370.91	2107350.68	214	647644.62	2107186.07
65	647351.37	2107359.06	215	647643.41	2107135.51
66	647353.96	2107403.91	216	647694.27	2107230.36
67	647369.17	2107402.99	217	647699.51	2107217.20
68	647397.07	2107401.30	218	647696.85	2107217.41
69	647398.67	2107423.03	219	647621.86	2107259.00
70	647417.36	2107420.78	220	647488.43	2107332.37
71	647429.51	2107412.08	221	647466.09	2107351.77
72	647647.11	2107459.65	222	647473.12	2107369.95
73	647639.71	2107441.90	223	647490.98	2107351.43
74	647610.81	2107446.98	224	647584.12	2107294.07
75	647600.48	2107451.94	225	647639.77	2107274.99
76	647628.21	2107485.47	226	647666.93	2107259.52
77	647641.07	2107460.49	227	647695.54	2107234.07
78	647647.11	2107459.65	228	647694.27	2107230.36
79	647620.63	2107500.18	229	647704.86	2107261.44
80	647623.06	2107495.47	230	647701.24	2107250.82
81	647619.34	2107501.00	231	647693.07	2107254.57
82	647620.63	2107500.18	232	647664.25	2107268.24
83	647617.91	2107501.91	233	647647.40	2107282.15
84	647604.51	2107486.21	234	647617.49	2107320.48
85	647591.02	2107508.43	235	647601.90	2107333.03
86	647595.46	2107516.21	236	647609.92	2107343.30
87	647617.91	2107501.91	237	647606.89	2107363.18
88	647830.08	2107508.45	238	647611.26	2107373.66
89	647795.55	2107414.60	239	647667.70	2107289.67
90	647795.52	2107414.50	240	647715.69	2107268.04
91	647714.66	2107428.72	241	647709.95	2107264.54



92	647674.51	2107455.84	242	647704.86	2107261.44
93	647702.73	2107451.90	243	647439.23	2107405.11
94	647736.23	2107542.97	244	647462.93	2107380.53
95	647830.08	2107508.45	245	647432.23	2107392.62
96	647427.66	2107616.83	246	647429.51	2107412.08
97	647454.53	2107584.76	247	647439.23	2107405.11
98	647469.69	2107536.38	248	647571.65	2107417.07
99	647543.46	2107498.40	249	647542.05	2107381.25
100	647541.46	2107493.92	250	647501.96	2107413.55
101	647540.42	2107480.76	251	647449.12	2107442.75
102	647452.53	2107522.93	252	647440.40	2107450.82
103	647417.74	2107573.35	253	647441.13	2107452.08
104	647385.44	2107592.31	254	647507.28	2107429.59
105	647369.37	2107588.97	255	647517.31	2107428.58
106	647403.72	2107561.43	256	647570.93	2107417.74
107	647417.65	2107517.19	257	647571.65	2107417.07
108	647502.45	2107431.59	258	647674.51	2107455.84
109	647517.31	2107428.58	259	647714.66	2107428.72
110	647507.28	2107429.59	260	647639.71	2107441.90
111	647441.13	2107452.08	261	647647.11	2107459.65
112	647440.40	2107450.82	262	647674.51	2107455.84
113	647393.81	2107493.92	263	647258.70	2107453.58
114	647379.31	2107559.74	264	647289.79	2107419.84
115	647322.53	2107594.68	265	647320.29	2107447.16
116	647287.16	2107567.59	266	647344.16	2107475.54
117	647365.60	2107510.40	267	647366.54	2107480.70
118	647366.59	2107480.68	268	647366.59	2107480.68
119	647366.54	2107480.70	269	647368.39	2107426.67
120	647344.16	2107475.54	270	647398.67	2107423.03
121	647320.29	2107447.16	271	647397.07	2107401.30
122	647289.79	2107419.84	272	647369.17	2107402.99
123	647258.70	2107453.58	273	647353.96	2107403.91
124	647266.44	2107477.65	274	647351.37	2107359.06
125	647234.44	2107516.83	275	647370.91	2107350.68
126	647238.82	2107528.05	276	647378.72	2107347.33
127	647272.91	2107572.66	277	647375.78	2107286.31
128	647267.71	2107592.85	278	647373.18	2107282.25
129	647284.13	2107623.73	279	647372.85	2107281.73
130	647298.19	2107635.13	280	647346.55	2107241.55



131	647359.81	2107637.02	281	647126.97	2107241.73
132	647427.66	2107616.83	282	647234.44	2107516.83
133	647839.76	2107547.86	283	647266.44	2107477.65
134	647820.07	2107544.51	284	647258.70	2107453.58
135	647720.71	2107547.50	285	647591.02	2107508.43
136	647662.27	2107566.59	286	647604.51	2107486.21
137	647643.44	2107598.44	287	647617.91	2107501.91
138	647707.50	2107634.81	288	647619.34	2107501.00
139	647779.03	2107692.73	289	647623.06	2107495.47
140	647778.31	2107725.14	290	647628.21	2107485.47
141	647799.21	2107741.37	291	647600.48	2107451.94
142	647831.61	2107739.31	292	647540.42	2107480.76
143	647853.74	2107725.77	293	647541.46	2107493.92
144	647875.15	2107669.85	294	647543.46	2107498.40
145	647870.90	2107632.50	295	647560.89	2107489.42
146	647839.76	2107547.86	296	647551.79	2107517.07
147	647420.70	2107716.78	297	647562.62	2107541.34
148	647434.99	2107701.53	298	647566.29	2107534.80
149	647524.03	2107734.03	299	647595.46	2107516.21
150	647637.50	2107745.36	300	647591.02	2107508.43



Inversión requerida.

El monto de la inversión estimada es de

Dimensiones del proyecto.

Particularmente el proyecto El Amarradero se localiza sobre el flanco Norte del Cerro El Puro, dentro de la concesión minera Gaby II.

La que se requiere para implementar el proyecto. 25.94 ha

Uso actual del suelo

El uso del suelo	Uso del Suelo	Predio	Polígono Proyecto	actual es de
	Desmonte Acahual	25.56	11.99	
	Terreno Forestal	43.3	13.95	
	<b>TOTAL</b>	<b>68.86</b>	<b>25.94</b>	

desmonte acahual, con una parte de terreno forestal.

Cuadro 3. Uso del suelo en polígono de propiedad y polígono de proyecto



Fotografía 1. Vista de área de uso agropecuario en el proyecto.

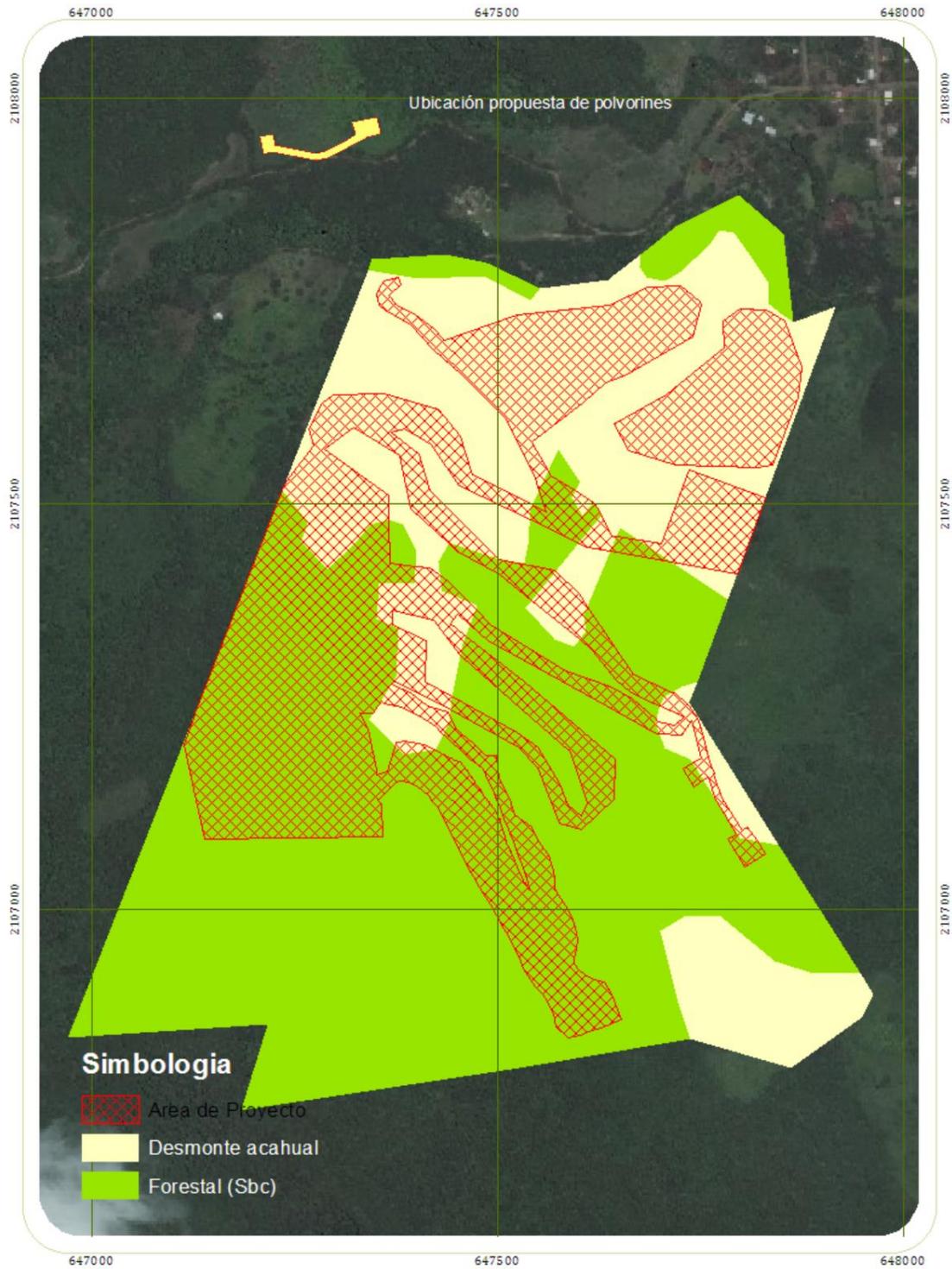


Fotografía 2. Vista de la selva baja caducifolia secundaria en el proyecto.





Figura 4. Uso del suelo en límites de propiedad.





## Urbanización y descripción de servicios requeridos

El área de influencia es rural, con una localidad cercana a una distancia de 200 m que es la comunidad del Amarradero, que cuenta con todos los servicios básicos.

## Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en el aprovechamiento de mineral de dolomita y caliza a cielo abierto, mediante el terraceo (bancos) del área de extracción y 2 bancos de terreros ubicados en la parte baja.

El beneficio final será mediante trituración y cribado del material. El proceso es totalmente físico.

## Programa General de trabajo

Los límites para cuantificar los recursos disponibles en el área de minado son:

El nivel base de explotación, se proyectó en la cota 780 msnm.

El nivel mínimo de los bancos de extracción es de 359 msnm

Los terreros se ubican de la cota 480 a la 450 msnm

El plan de minado está dividido en dos etapas de inicio (año 1 y año 3). De acuerdo al cronograma de trabajo, la apertura de los bancos será durante los dos primeros años y la extracción durante 8 años de acuerdo al siguiente programa;

Año	Etapas	Superficie (ha)
1-3	I	19.08
4-8	II	6.86
Total		25.94



Cuadro 4. Programa de trabajo general.

Descripción de actividad	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4 A 8	Año 9 a12			
	Trimestre																
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
<b>Preparación</b>																	
Acondicionamiento de terreno	x	x															
Delimitación de áreas CUS																	
Ahuyentamiento y rescate de fauna, Protección de Avifauna,	x				x				x				x				
<b>Desmante Etapa 1</b>		x	x														
Rescate de Suelo, ubicación de sitio. Conservación de suelo fértil y residuos vegetales			x							x							
Ahuyentamiento y rescate de fauna, Protección de Avifauna,													x				
<b>Desmante Etapa 2</b>													x	x			
Rescate de Suelo, ubicación de sitio. Conservación de suelo fértil y residuos vegetales													x				
<b>Construcción</b>																	
Instalación de infraestructura	x	x															
<b>Operación</b>																	
Preparación de banco			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Extracción		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Trituración		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Mantenimiento y transplante temporal. Rescate y reubicación de Flora.	x	x			x				x				x	x			
<b>Abandono</b>																	
Desmantelamiento infraestructura														x	x		
Rehabilitación área extracción														x	x	x	x



## Cuadro 5. Controles Operativos

Descripción de actividad	AÑO															
	1				2				3				4 a 8			
	Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gestión Ambiental Operativa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo de residuos no peligrosos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo de residuos peligrosos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Supervisión protección flora y fauna	x				x				x				x			
Protección y prevención	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

## Estudios de campo y de gabinete

En el área del proyecto se han identificado dos cuerpos de dolomita conformados en franjas mineralizadas orientadas Norte-Sur, paralelas y separadas por un horizonte de caliza masiva con abundante contenido de fósiles (gasterópodos), la cual tiene un ancho de 100 m.

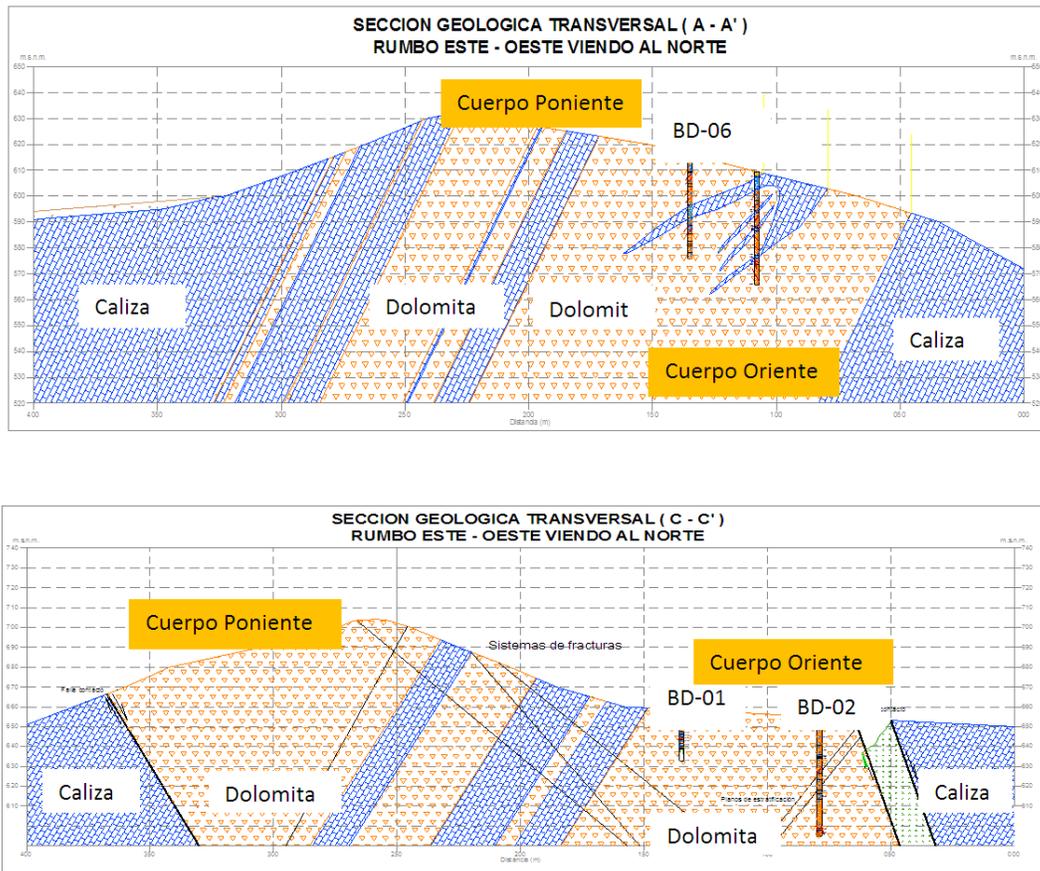
El horizonte de dolomita Oriente tiene una forma tabular con un adelgazamiento en la porción norte, sus dimensiones son de 420 m de longitud por un ancho de 80.0 m. Los límites de dolomitización son en su flanco Oriente una falla de contacto con un intrusivo de tipo andesítico bien definida y en su porción Poniente por el contacto estratigráfico con una caliza masiva y conocida a una profundidad promedio de 60.0 m por barrenación, la cual puede incrementarse por la continuidad del cuerpo dolomítico.

El horizonte de dolomita Poniente tiene una forma tabular con dimensiones de 420 m de longitud por un ancho promedio de 130.0 m y una profundidad promedio de 60.0 m. Los límites de la dolomitización son en su flanco Oriente el contacto estratigráfico con la caliza masiva y en su flanco Poniente con una falla de contacto con una caliza masiva con escasos fósiles. La falla tiene un relleno conformado por una brecha calcárea cementada por una matriz de caliche. Las bases de prospección geológica y diseño de plan de minado se presentan en el Anexo 2.





Figura 5. Sección geológica y de cuerpos de mineral de interés.

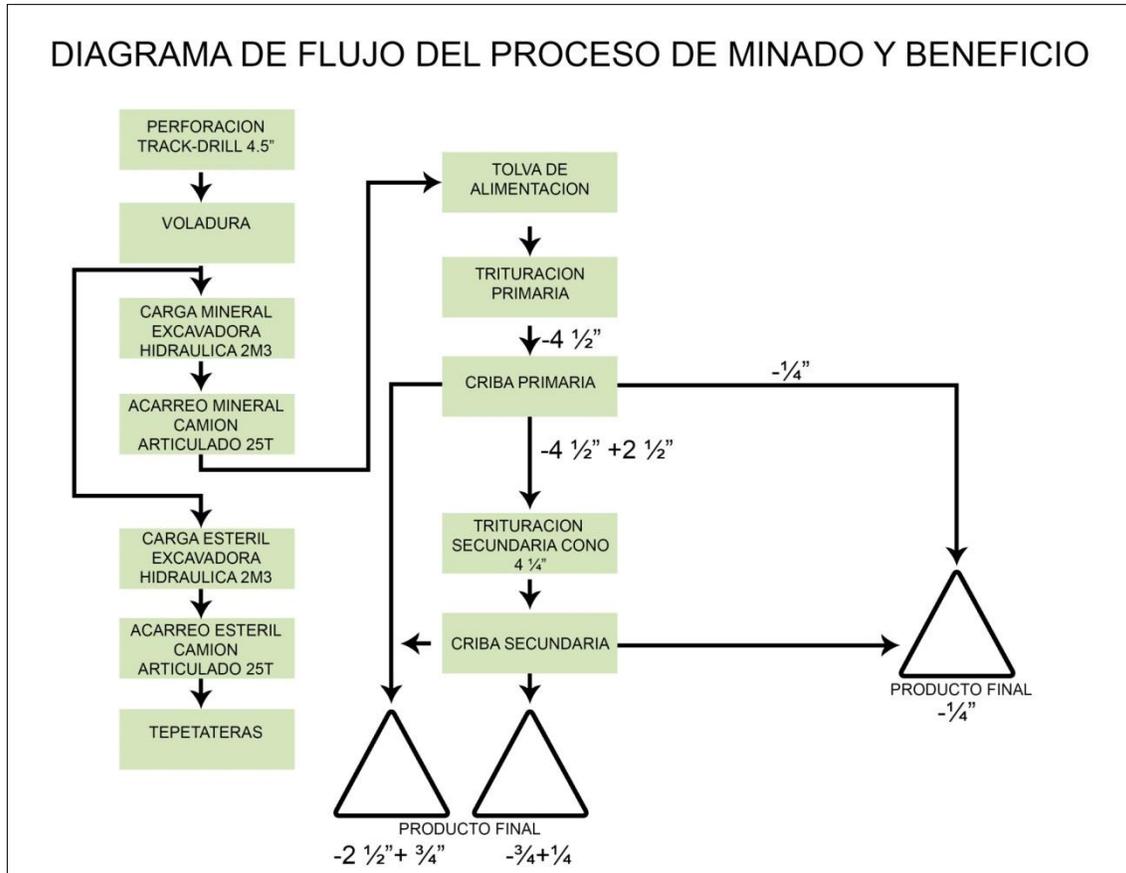


### Diseño de explotación

En la mina “El Amarradero”, se aprovechará mediante explotación a cielo abierto los carbonatos de Magnesio y Calcio de los diferentes cuerpos minerales, ubicados dentro de la concesión minera Gaby II, esto para producir finos de mineral que serán comercializados en el mercado nacional y de exportación para las industrias siderúrgica y agricultura.

En el siguiente diagrama de flujo general se ejemplifica el proceso de minado y beneficio.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de minado y beneficio.



El diseño se elaboró para extraer mediante bancos descendentes a cielo abierto la máxima cantidad de mineral de hierro, manteniendo una relación de estéril a mineral que sea económicamente atractiva para el proyecto.

En este Plan se considera la explotación del Cuerpo Oriente mediante sistema a cielo abierto con bancos descendentes, diseñados con siguientes parámetros:

Angulo general de talud de 45° a 55°.

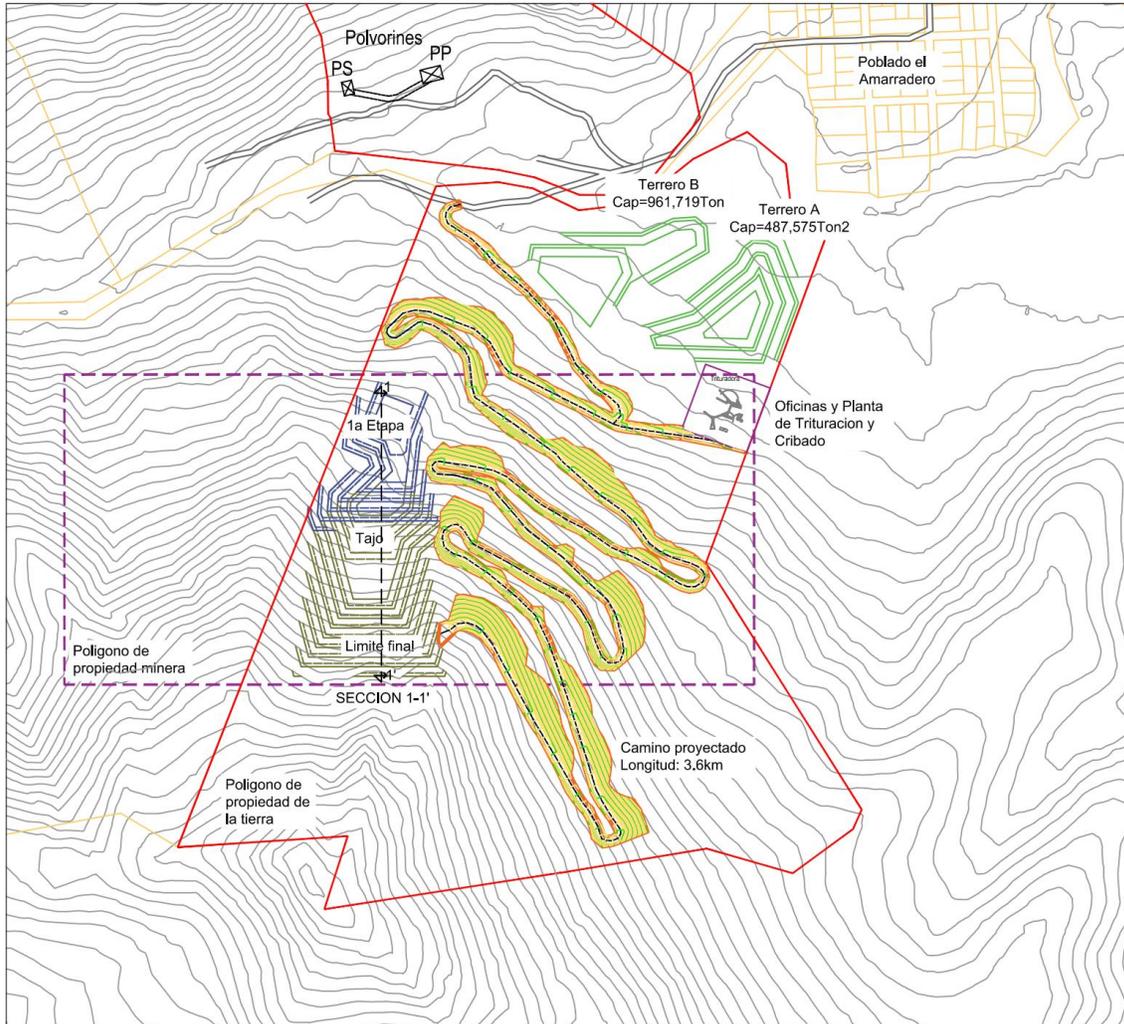
Angulo particular de talud 65°.

Altura de 5.0 metros en los bancos de trabajo.

Berma de protección de 4.68 a 5.70 m cada 10 metros de altura.



Figura 7. Diseño a límites finales de los tajos y el arreglo general del proyecto.





## Preparación del Sitio

Durante la preparación del sitio se acondicionará el área de oficinas, trituradora y cribado, así como el área de mantenimiento menor (cambio de aceite y grasa) de equipo de trabajo.

Se delimitarán las áreas de apertura de los bancos, incluidos las áreas de cambio de uso de suelo. Se implementará el programa de rescate de flora y fauna silvestres. Se realizará mediante levantamiento topográfico que permite un control de la superficie de desmonte.

Se realizará el desmonte por medios mecánicos. El material derivado del cambio de uso de suelo se almacenará en la parte baja junto al área de terreros para su uso en la etapa de rehabilitación. En el proceso se realiza la separación del arbolado que por su diámetro pudieran causar problemas al momento de su trituración. También se separa los morillos o troncos de las especies que pudiera tener alguna utilidad para la población local o como fuente de postes para el refuerzo de los lienzos de deslinde de propiedad. No se utiliza el fuego como herramienta de eliminación de la vegetación para no afectar innecesariamente a la fauna o aumentar el riesgo de incendios en el predio.

Se limpiará de maleza el área de almacenamiento de explosivos de acuerdo la normativa de la Secretaria de la Defensa Nacional.

## Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No se contemplan obras provisionales.

## Etapa de Construcción

Considera la apertura y acondicionamiento del camino, así como la infraestructura básica considerada en el proyecto (oficinas, trituración, desarenadores, polvorines y área de mantenimiento menor).

## Etapa de Operación y Mantenimiento

El mineral al igual que el estéril se extrae de la mina mediante el corte con barrenación y explosivos. Una vez cortado, en el caso del material no



aprovechable que para este propósito se llamara estéril, se carga y se lleva directo a las áreas de depositación (tepetateras), en tanto que el mineral aprovechable se acarrea a las instalaciones de beneficio donde mediante un proceso físico el mineral será triturado y cribado en seco para reducir su tamaño y clasificarlo de acuerdo a los diferentes especificaciones requeridos por el mercado. Las instalaciones de trituración y cribado se ubicarán en la porción nororiente del Tajo. Los productos de mineral generados se almacenarán en pilas independientes de acuerdo a sus especificaciones de calidad y tamaño, para de allí, ser embarcados a los diferentes clientes.

## MINADO

### Secuencia de Minado

La primera fase del minado consiste en el desprendimiento del mineral y estéril, el uso de barrenación y explosivos de acuerdo al siguiente proceso:

**BARRENACIÓN.-** La barrenación se realiza con equipos neumáticos tipo Track-Drill de 4.5” de diámetro, utilizando patrones de 4.3 x 3.5 m y con profundidades de 5 m.

**VOLADURAS.-** Para las voladuras de mineral se utilizan dos tipos de explosivos; emulsiones como carga de fondo y una mezcla de nitrato de amonio y diésel (Anfo) como carga de columna, en una proporción aproximada de 5% del primero y 95% del segundo. La cantidad de explosivo utilizado es de 100 a 150 gramos/tonelada de mineral utilizando sistemas de retardación que además de obtener la fragmentación adecuada para la trituración, permiten mantener los niveles de vibración y ruido dentro de los estándares internacionales.

Dado que el uso de explosivos será continuo, se considera necesaria la construcción de polvorines para almacenamiento, por lo que se tramitará la autorización de la SEDENA y se contemplará un área para construcción de los mismos, estos asegurándose que cumpla con las especificaciones marcadas por la propia SEDENA.

**CARGA Y ACARREO.-** El material cortado mediante voladura, será levantado con cargadores frontales o excavadoras hidráulicas apoyados con bulldozer para ser cargado a los camiones que lo transportaran, en el



caso del mineral a la Planta de Trituración y en el caso del estéril a las Tepetateras ubicadas en la porción sur y oriente del tajo respectivamente. Los equipos utilizados en este proceso son: Excavadoras Hidráulicas y Cargadores Frontales de 2m<sup>3</sup> para la carga y Camiones Articulados de 25 Ton de capacidad.

#### b).- TRITURACIÓN Y CRIBADO

El mineral producto de la explotación de la mina se someterá a un proceso de trituración y clasificación de tamaño y calidad para lograr las especificaciones de calidad del producto final, en las instalaciones que se construirán para este fin. Este proceso es totalmente físico y no implica el uso de ningún reactivo o cambio químico en las propiedades del mineral.

El mineral acarreado del tajo con un tamaño máximo de 30", es vaciado a tolva del alimentador vibratorio de la trituradora primaria TEREX PEGSON 4000, el cual, regula la alimentación, separando el tamaño <4" en el grizzli y el sobre tamaño se alimenta a la quebradora de quijada 26"x 44" que descarga el mineral a un tamaño máximo de 4 ½"; el mineral separado en el Grizzli y la descarga de la quebradora primaria son transportados por medio de una banda transportadora de 36", a la Criba Primaria que separa tres productos >2 ½", <2 ½" a 1/4" y <1/4". La fracción intermedia y menor pasan al almacén ya como producto terminado y la mayor se alimenta a la Quebradora Secundaria de Cono Cabeza Estándar de 4 ¼", que descarga el material a un tamaño máximo < 2", la descarga de la Quebradora Secundaria es transportada por Banda Transportadora de 24", descargando el mineral en la Criba Secundaria que separa tres productos <2 ½" a 3/4" y <3/4" a 1/4" y <1/4" que son enviados junto con la descarga de la criba primaria a su respectivo almacén de productos terminados.

Los productos finales son depositados en piso mediante una Banda que forma una pila cónica, de donde posteriormente se levanta con cargadores frontales a los camiones que lo entregarán a los clientes finales tanto para el mercado nacional como para su exportación.

#### c).- MANEJO DE ESTERIL



El material estéril o no aprovechable por ser de baja ley se depositará en un área ubicada en la porción nororiente del tajo diseñada para que en un futuro pueda ser recuperada para su aprovechamiento cuando las condiciones de mercado lo permitan.

#### Control de escurrimientos

Durante los trabajos de explotación y, sobre todo, antes de la temporada de lluvias, se implementarán en el área de minado, las siguientes acciones:

#### Obras drenaje propuestas

Con base en el gasto máximo esperado se determina las dimensiones de las obras requeridas para drenar la superficie de trabajo (Caminos, Terreros, áreas de minado, etc.).

#### Formula de Manning

$$Q = (1/N) * (A^{5/3} / P^{2/3}) * (S^{1/2})$$

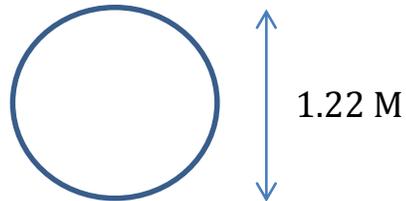
Concepto	Unidad	Cantidad
Diámetro	M	1.22
Coef. Manning=N	Factor	0.03
Pendiente=S	%	2.36%
Área hidráulica=A	M2	1.4
Perímetro Mojado=P	M	4
Capacidad =Q)	M3/seg	0.75

a) Alcantarillas Camino de Mina a Trituradora



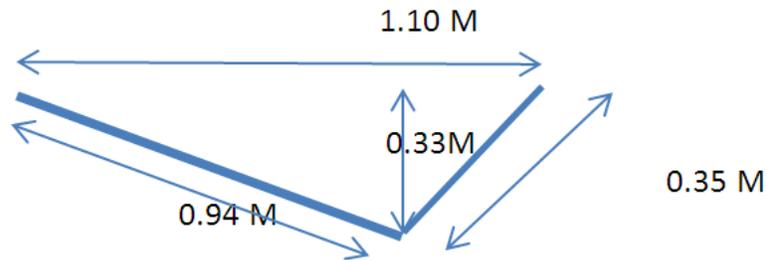
Formula de Manning

$$Q = (0.312/N) * (D^{8/3}) * (S^{1/2})$$

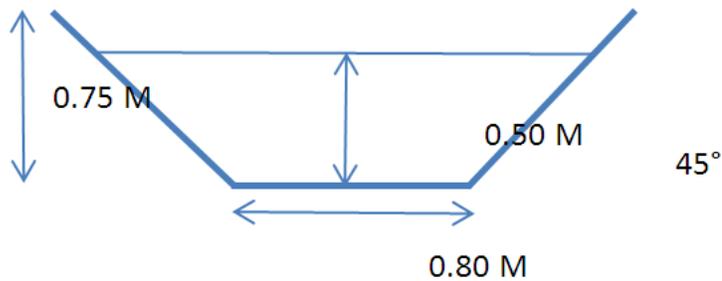


Concepto	Unidad	Cantidad
Base del canal	M	0.8
Altura del canal	M	0.75
Bordo libre	M	0.25
Inclinación talud	°	45°
Coef. Rugosidad=s	Factor	0.03
Pendiente	%	2.00%
Área hidráulica=a	M <sup>2</sup>	1.4
Perímetro mojado=p	M	4
Capacidad =q	M <sup>3</sup> /seg	0.75

b) Cunetas de camino, se consideran las cunetas tipo de manual de la SCT.



c)) Canal Periférico Tajo



Las obras  
requeridas

para el control del agua superficial se muestran en el siguiente plano y consisten en resumen de:

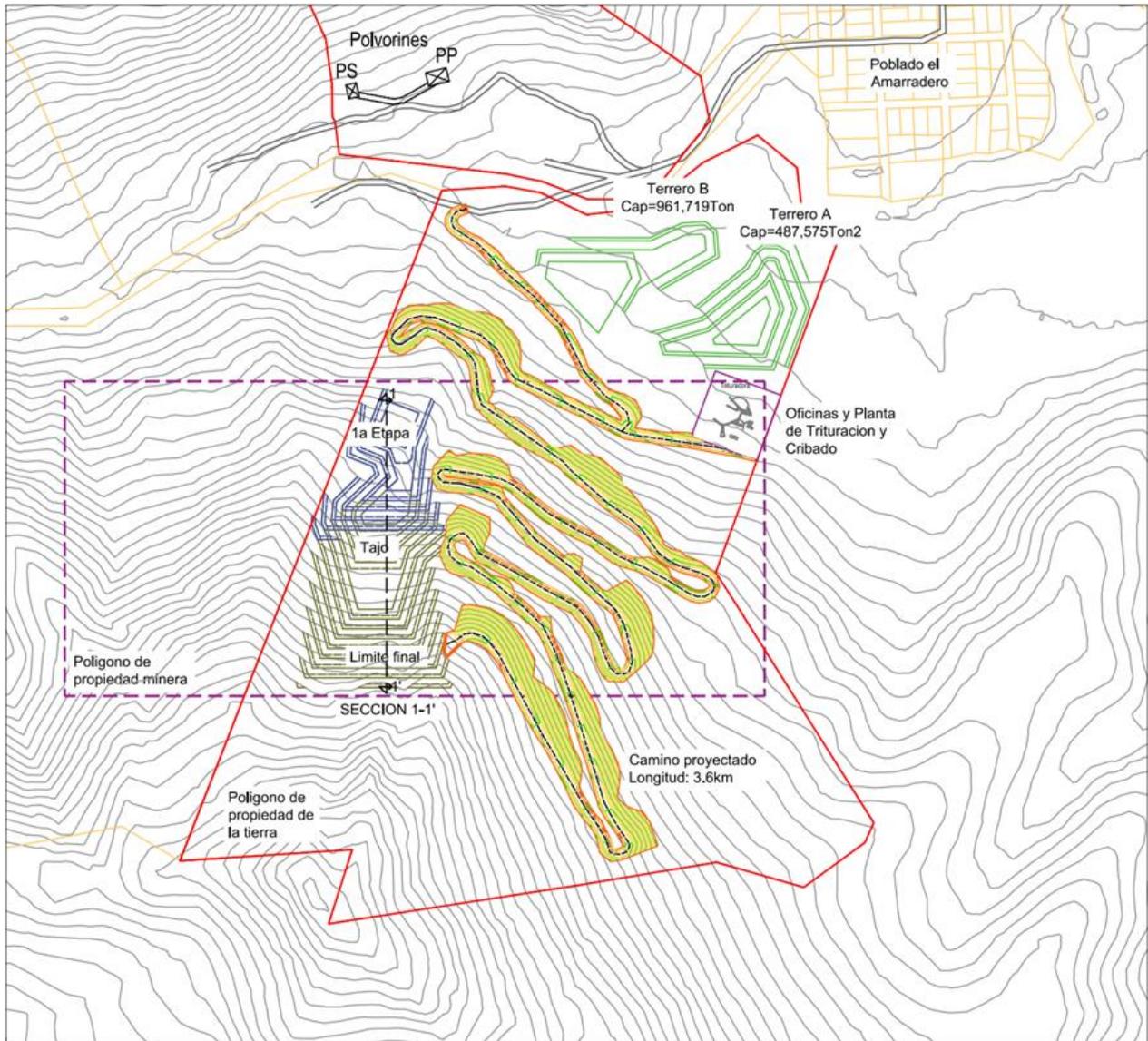
3,740 m de cunetas en caminos y bases de los terreros.

295 m de canal para el control y/o desvío de agua de escurrimiento.

3 Alcantarillas de la sección determinada.

12 Desarenadores.

Figura 8. Ubicación obras de control hidrológico



## Equipo

Los equipos variarán durante la vida de la mina, sin embargo los que se enlistan a continuación son representativos de las diferentes etapas:

Equipo minado	Equipos	Ton/día
Cargadores 2m3	2	2
Camión articulado 25 ton	5	2
Tractor	1	1
Track-drill 4 1/2"	1	2



Motoconformadora 12g	1	1
Pipa de agua	1	1
Camión orquesta	1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>2</b>

Equipo de trituración y cribado	Cantidad
Trituradora de quijadas 30 x 42	1
Trituradora de cono cabeza standar 4 ¼'	1
Transportadores de banda de 24''	10
Tolvas almacenamiento	1
Criba vibratoria de tres camas 6' x 20'	2
Generador Caterpillar 520 kw con motor de 755hp	1

### Uso de explosivos

Para las voladuras de mineral se utilizarán dos tipos de explosivos; emulsiones como carga de fondo y una mezcla de nitrato de amonio y diésel (Anfo) como carga de columna, en una proporción aproximada de 5% del primero y 95% del segundo. La cantidad de explosivo utilizado es de 100 a 150 gramos/tonelada de mineral utilizando sistemas de retardación que además de obtener la fragmentación adecuada para la trituración permitan mantener los niveles de vibración y ruido dentro de los estándares internacionales. La ubicación de los mismos se presenta en la figura 8 y a detalle en el anexo 2 (Plan de Minado).



## Mantenimiento

El mantenimiento mayor de los equipos y vehículos se realizará en Colima en talleres subcontratados, en tanto que los servicios menores de cambio de aceite y grasa se realizarán en área que se acondicionarán para tal efecto.

## Descripción de obras asociadas al proyecto

Se consideran las oficinas de apoyo:

Oficinas en la parte baja

## Etapas de abandono del sitio

La etapa de abandono considera la rehabilitación ambiental del área de proyecto. En el anexo 5 se presentan las prescripciones técnicas para el programa de rehabilitación.



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

### Residuos

Se colocarán tambos de 200 l en la parte baja del proyecto para la disposición temporal de los residuos domésticos, en tanto los residuos peligrosos (grasas y aceites) se depositarán en el área del taller de mantenimiento menor, para su disposición final mediante la contratación de una empresa certificada por la PROFEPA para el mismo.

### Definiciones

**Residuo:** Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la legislación aplicable.

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

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

**Residuos Sólidos Urbanos:** Los residuos con características domiciliarias, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole, tales como peligrosos o de manejo especial.

### II. 2.2 Emisiones a la atmosfera.

Principalmente aquellos característicos de explotaciones mineras, debido al tránsito de vehículos y la utilización de explosivos durante las voladuras. En general el alcance es menor a 200 m y se controla con el riego de los caminos de acceso y acarreo.

Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.



Se realizarán en el área del taller de mantenimiento menor, para su disposición final mediante la contratación de una empresa certificada por la PROFEPA para el mismo.

#### Posibles Accidentes y Planes de Emergencia:

Derivado de las actividades de explotación de la cantera, se determinan los posibles niveles de ocurrencia de accidentes

**Accidentes Viales:** En virtud del movimiento de forma constante en el interior de la cantera por unidades de acarreo, como medida, se mantendrá en buenas condiciones y de forma suficientes señales y avisos de vialidad apropiados para prevenir accidentes. De forma similar se realizarán a los equipos supervisiones semanales para verificar que se operen dentro de los parámetros de seguridad y recomendaciones de mantenimiento del fabricante.

**Derrames durante traslado:** En virtud de que la explotación requiere el traslado del material a pila de almacenamiento, se producen polvos fugitivos, por lo que se tomará como medida el riego diario por caminos de trayecto.

**Equipo sin control, derrumbes, volcaduras e incendios:** Se contará con un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos.

De forma similar se delimitará con cinta reflejante y señales restrictivas en cresta y ancho de bancos o taludes donde operan los equipos a efecto de prever una volcadura.

#### Medidas de Seguridad para el Personal:

- 1.-Primeros Auxilios.
- 2.-Combate Contra Incendios dentro del área del proyecto.
- 3.-Canalización y traslado de Accidentados a Centro Médico.

Y como medidas de Prevención se cuenta con lo siguiente:

- 1.-Medicina Preventiva y Examen de Aptitud laboral.



- 2.-Capacitación de operación, seguridad y control ambiental.
- 3.-Señalización y avisos preventivos.
- 4.-Detección de actos y condiciones inseguras.
- 5.-Dotación de equipo de protección personal (casco, lentes, guantes, Tapón auditivo, mascarilla contra polvos, faja sacumbral, zapato de seguridad y uniforme de trabajo).
- 6.-Cumplimiento a los requerimientos normativos de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social en materia de prácticas operativas en minas y operaciones administrativas, así como de mantenimiento de equipos e instalaciones.

También se toma en cuenta para su cumplimiento la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-1993, que con fecha 6 de julio de 1994 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido;

Sismos y Ciclones: A un cuando la cantera se encuentra en una zona de alta probabilidad de presencia de sismos, debido al sistema de explotación y al tipo de material del terreno, se considera que los daños que se pudieran generar en los bancos por estos siniestros son mínimos, pero como medida se construirán bancos y bermas de protección para evitar deslizamientos o derrumbes considerables durante la explotación.



## ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES RESULTANTES DEL CAMBIO DE UTILIZACIÓN DE TERRENOS FORESTALES

### II.3.1 Diseño de muestreo.

Par la estimación del volumen de remoción en el área del proyecto, se establecieron 9 unidades de muestreo. Cada unidad de muestreo consistió en un sitio circular de 1000 m<sup>2</sup> donde se midieron todos los individuos con un diámetro mayor a 7 cm, con los cuales se estimó el volumen de remoción del arbolado, estos mismos sitios fueron utilizados para la estimación de la diversidad en el estrato de manera que corresponden a las mismas coordenadas presentadas en el capítulo IV.

### II.3.2. Estimación de parámetros dasométricos.

El cálculo de los parámetros dasométricos se realizó en una hoja de Excel 2010, para lo cual se ingresaron las fórmulas para el cálculo de las variables de interés (número de árboles, diámetro medio, altura media, área basal y valores totales y promedios por especie).

Modelo para el cálculo de volúmenes<sup>1</sup>

Se tomaron los modelos del PLAN COSTA para la estimación del volumen a partir del diámetro y grupo (Figura II.3-1).

El volumen individual por árbol es:

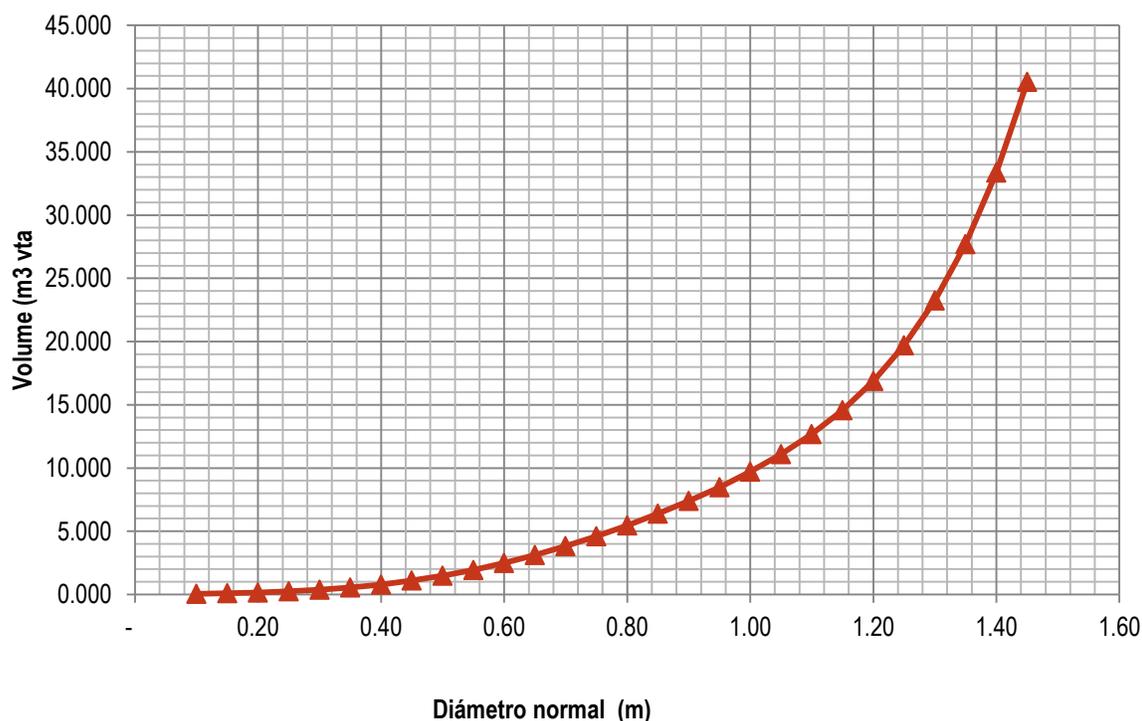
$$V_c = 32.301x^6 - 90.358x^5 + 86.039x^4 - 23.554x^3 + 5.0482x^2 + 0.249x - 0.019$$

---

1 Aldo Ortega Cattáneo. 1977- Tablas de volumen del Estudio Dasonómico Las Juntas y Los Veranos, Chacala y Otros, del Municipio de Cabo Corrientes, Jalisco



Figura 9. Estimación de volumen para especies “comunes”



### Resultados.

El volumen total de remoción en la superficie arbolada del proyecto (13.95 ha), se estima en 948.63 m<sup>3</sup> vta.

El 50.02% del volumen de remoción corresponde a 5 especies (Lysiloma microphyllum, Cochlospermum vitifolium, Thouinia acuminata, Conzattia multifloray, Plumeria rubra).

En el cuadro 6 se presenta la estimación de volumen de remoción por especie.

Cuadro 6. Estimación de parámetros gasométricos y volumen de remoción total por especie.



Especie	Densidad ha	Diámetro medio	Altura media	Densidad Total	Suma de Ab/ha	Suma de Vol/ha	Total
<i>Lysiloma microphyllum</i>	61.67	17.97	8.86	860.25	2.23	10.36	144.48
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	30.00	22.78	8.00	418.50	2.14	10.22	142.60
<i>Thouinia acuminata</i>	126.67	10.59	7.89	1,767.00	1.53	6.11	85.23
<i>Conzattia multiflora</i>	33.33	14.40	8.45	465.00	0.83	3.92	54.63
<i>Plumeria rubra</i>	16.67	18.30	8.80	232.50	0.68	3.41	47.57
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10.00	23.67	8.83	139.50	0.59	2.60	36.33
<i>Myroxylon balsamum</i>	38.33	12.09	7.83	534.75	0.62	2.55	35.58
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	20.00	15.08	8.25	279.00	0.58	2.47	34.44
<i>Cedrela salvadorensis</i>	3.33	36.50	10.00	46.50	0.47	2.33	32.49
<i>Bursera excelsa</i>	10.00	20.17	7.83	139.50	0.47	2.03	28.31
<i>Bursera sarcopoda</i>	38.33	11.83	6.57	534.75	0.58	1.92	26.81
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	11.67	15.57	11.00	162.75	0.31	1.81	25.26
<i>Ficus cotinifolia</i>	11.67	17.57	7.00	162.75	0.40	1.43	19.89
<i>Acacia cymbispina</i>	18.33	15.74	7.18	255.75	0.36	1.40	19.54
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	18.33	12.64	7.00	255.75	0.34	1.23	17.11
<i>Recchia mexicana</i>	3.33	26.00	7.50	46.50	0.29	1.13	15.73
<i>Ceiba aesculifolia</i>	11.67	13.71	8.29	162.75	0.25	1.07	14.95
<i>Bursera simaruba</i>	10.00	15.00	7.17	139.50	0.25	0.99	13.86
<i>Manihot michaelis</i>	16.67	11.90	6.50	232.50	0.26	0.88	12.21
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	6.67	16.00	7.00	93.00	0.21	0.83	11.52
<i>Caesalpinia platyloba</i>	3.33	18.00	10.50	46.50	0.13	0.72	9.99
<i>Sideroxylon capiri</i>	5.00	17.00	8.67	69.75	0.16	0.71	9.86
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	10.00	12.83	7.00	139.50	0.19	0.68	9.51
<i>Apoplanesia paniculata</i>	13.33	11.38	6.88	186.00	0.19	0.67	9.39
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	6.67	15.75	6.00	93.00	0.20	0.59	8.28
<i>Chloroleucon mangense</i>	1.67	29.00	8.00	23.25	0.15	0.59	8.19
<i>Tabebuia chrysantha</i>	10.00	11.83	7.33	139.50	0.15	0.57	7.93
<i>Styrax ramirezii</i>	6.67	13.75	7.75	93.00	0.14	0.56	7.81
<i>Thouinia serrata</i>	8.33	12.80	7.20	116.25	0.15	0.56	7.76
<i>Erythrina coralloides</i>	10.00	11.33	7.50	139.50	0.14	0.54	7.59
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	11.67	10.14	7.29	162.75	0.13	0.50	7.02
<i>Ipomoea muruoides</i>	1.67	24.00	10.00	23.25	0.10	0.50	7.01
<i>Vitex mollis</i>	1.67	25.00	9.00	23.25	0.11	0.49	6.85
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.67	10.25	6.50	93.00	0.08	0.25	3.53
<i>Acacia macilenta</i>	5.00	10.00	7.67	69.75	0.06	0.22	3.08
<i>Senna atomaria</i>	5.00	10.67	6.67	69.75	0.06	0.21	2.90
<i>Stemmadenia tomentosa</i>	1.67	16.00	9.00	23.25	0.04	0.20	2.80
<i>Swietenia humilis</i>	1.67	12.00	9.00	23.25	0.03	0.11	1.58
<i>Bursera odorata</i>	1.67	12.00	8.00	23.25	0.03	0.10	1.40
<i>Cordia allidora</i>	1.67	12.00	8.00	23.25	0.03	0.10	1.40
<i>Annona reticulata</i>	3.33	9.50	6.00	46.50	0.03	0.09	1.32
<i>Cytocarpa procera</i>	1.67	12.00	7.00	23.25	0.03	0.09	1.23
<i>Forchhammeria pallida</i>	1.67	13.00	5.00	23.25	0.03	0.07	1.03
<i>Agonandra racemosa</i>	1.67	11.00	6.00	23.25	0.02	0.06	0.88
<i>Luehea candida</i>	1.67	10.00	6.00	23.25	0.02	0.05	0.73
<i>Lonchocarpus constrictus</i>	1.67	9.00	7.00	23.25	0.01	0.05	0.69
<i>Casearia nitida</i>	1.67	8.00	4.00	23.25	0.01	0.02	0.31
<b>Total general</b>	<b>623.33</b>	<b>14.21</b>	<b>7.81</b>	<b>8,695.50</b>	<b>15.78</b>	<b>68.00</b>	<b>948.63</b>



III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	50
III.1.....Planes de Ordenamientos Ecológicos del Territorio (POETs).	50
III.2..... Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima (POETEC).....	59
III.3..... Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas .....	76
III.4..... Normas oficiales mexicanas	87
III.5..... Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)	90
III.6..... Leyes y reglamentos	91

### Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> UAB 124 y la ubicación del Proyecto “El Amarradero” .....	53
<b>Figura 2.</b> Ubicación del proyecto en la UGA 75 y 104 .....	60
<b>Figura 3.</b> Ubicación de Áreas Naturales Protegidas de interés para la conservación, más cercanas al proyecto.....	77
<b>Figura 4.</b> Región Terrestre Prioritaria 64 Manantlán-Volcán de Colima.....	77
<b>Figura 5.</b> Regiones hidrológicas (110) definidas por la CONABIO .....	79
<b>Figura 6.</b> Sitios RAMSAR en relación al sitio del proyecto .....	80
<b>Figura 7.</b> Ubicación de AICAS cercanas al proyecto .....	81
<b>Figura 8.</b> Regiones Marinas Prioritarias de México.....	83
<b>Figura 9.</b> Región Marina Prioritaria 28. Cuyutlán-Chupadero.....	84



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

## *III.1 Planes de Ordenamientos Ecológicos del Territorio (POETs).*

### **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

El POEGT está integrado por una Regionalización Ecológica, misma que identifica o define las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial; lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a dicha regionalización, que deben de considerar los distintos Sectores de la Administración Pública Federal (**APF**) en su programación y planeación de acciones de manera anual, así como de mediano y largo plazo.

Derivado de lo anterior, para el territorio nacional, el **POEGT** se consideraron **145** unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**. Las **UAB**, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y, por tanto, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

De conformidad al **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)** publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2012, el área del proyecto se encuentra ubicada en la **Región 18.20**, y en la **Unidad Ambiental Biofísica 124 (UAB-124) SIERRA COSTERA DE COLIMA** la cual cuenta con 1,147.89 Km<sup>2</sup>, como se puede observar a continuación:



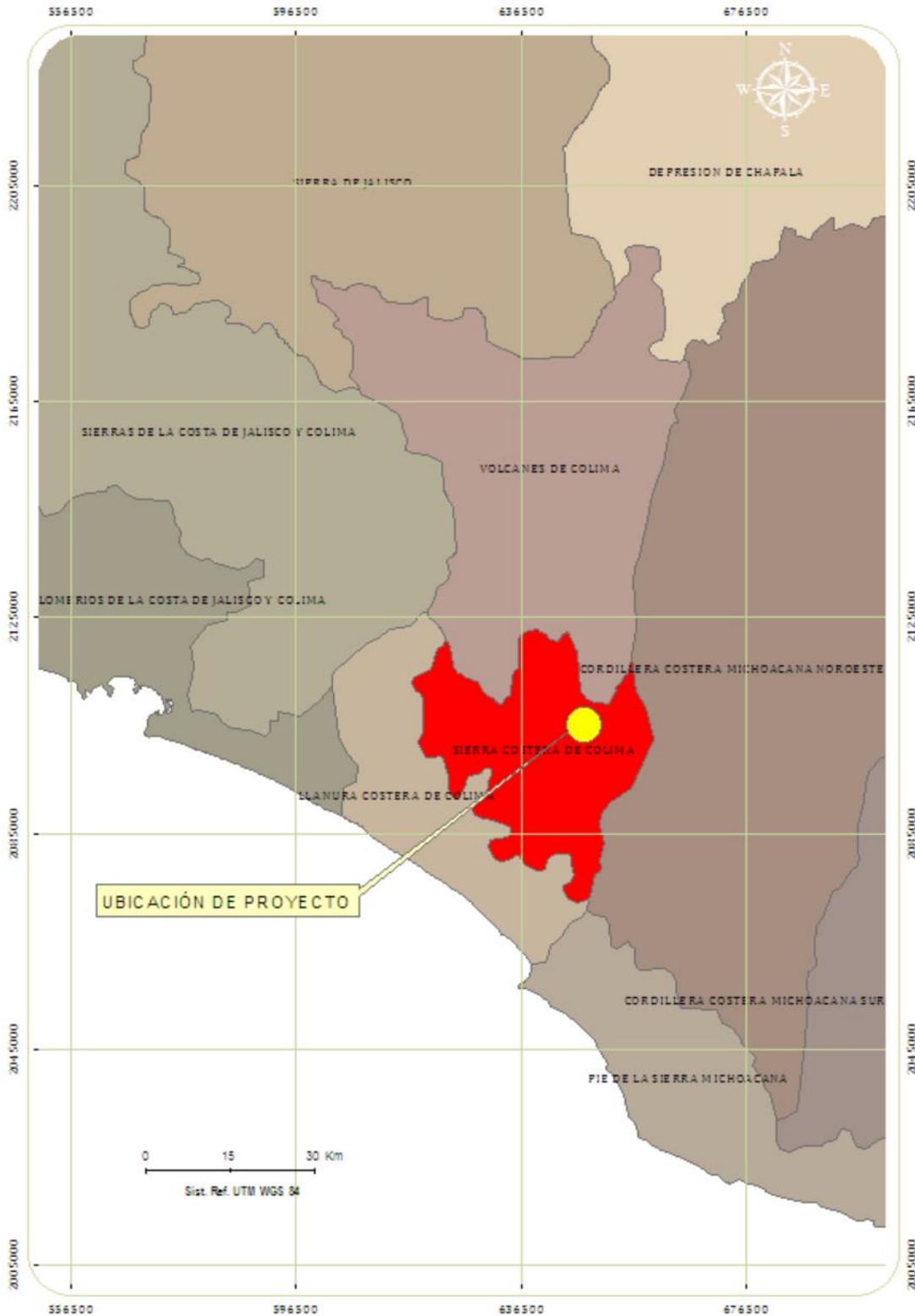


CLAVE REGIÓN	18.20
UAB	124
NOMBRE DE LA UAB	SIERRA COSTERA DE COLIMA
RECTORES DEL DESARROLLO	FORESTAL
	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	MINERÍA
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	AGRICULTURA Y GANADERÍA
OTROS SECTORES DE INTERÉS	INDUSTRIA
POLÍTICA AMBIENTAL	RESTAURACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	MEDIA
ESTRATEGIAS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 28, 29, 36, 38, 44

Ésta UAB se localiza al este y sur del estado de Colima, tiene una superficie de 1,147.89 Km<sup>2</sup>, una población estimada en 11,951 habitantes.



**Figura 10.** UAB 124 y la ubicación del Proyecto “El Amarradero”.





El Ordenamiento establece las estrategias y acciones a seguir para lograr el cumplimiento del **POEGT**, de las cuales se hace la vinculación con el proyecto “El Amarradero” como se muestra a continuación:

OBJETIVO	ESTRATEGIA Y ACCIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<b>1. dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.</b>		
<p>A) Preservación</p>	<p>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>Acciones:                      + <i>Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.</i></p> <p>+ <i>Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.</i></p>	<p>Para fortalecer las acciones de esta estrategia, el promovente propone prevenir y mitigar los impactos negativos con actividades, como son; ahuyentamiento de fauna, rescate y traslocación de plantas de importancia, acciones de reforestación en general con especial interés de las spp listadas en la NOM 059, mantenimiento de equipo y maquinaria, y se propone el Programa de rehabilitación ambiental al final de la vida útil, así como reforzar las acciones en materia de prevención y combate de incendios forestales en la CHF.</p>
	<p>2. Recuperación de especies en peligro.</p> <p>Acciones:                      + <i>Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el</i></p>	<p>Se propone trasladar las especies vegetales y reproducirlas en vivero con fines de repoblación del sitio y zona aledaña, poniendo especial atención en las especies contenidas en la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>.</p> <p>En cuanto a la fauna, se propone realizar ahuyentamiento y reubicación de especies de</p>



	<i>marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre</i>	movilidad limitada que cuenten con condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No aplica al proyecto
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica al proyecto. No obstante ello, el proyecto pretende el uso minero (dolomita y caliza) en 25.94 ha así como la propuesta de aplicación de medidas de mitigación, reforestación en la Etapa de abandono, y de compensación (aportación al FFM), entre otras.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica al proyecto. No obstante esto, se propone desarrollar acciones de revegetación en la etapa de abandono.
	6. Modernizar la infraestructura hidrológica y tecnificar las superficies agrícolas	No aplica para el proyecto
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	No aplica para el proyecto.
	8. Valoración de los servicios ambientales  Acciones: <i>+ Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución</i>	Para conformar la MIA-P se realizó una serie de análisis de los servicios ambientales del sitio del proyecto y de la CHF y sus posibles afectaciones, generándose para éstas, las medidas de mitigación correspondientes.



	<i>de proyectos de desarrollo.</i>	
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	No aplica al proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica al proyecto.
D) Dirigidas a la restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.  Acciones: <i>+ Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, Con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas</i>	El promovente presenta acciones de mejoramiento del sitio, que incluye entre otros, reforestación, construcciones de obras de retención de suelo e infiltración de agua, así como la aportación correspondiente al FFM para compensación y restauración de ecosistemas similares a los del sitio del proyecto según obliga el artículo 118 de la LGDFS.
E) Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.  Acciones: <i>+ Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para</i>	En general, el promovente utilizó la información que las distintas instituciones mexicanas han generado con fines de mejor aprovechar sustentablemente los recursos naturales del área.



	<i>promover la inversión en el sector.</i>	
	15 BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	Ya que la empresa es minera, aplica al proyecto de manera total, por ello es que se presenta la MIA-P para su evaluación ante la SEMARNAT, su autorización y asesoría en condicionantes respectivas. La PROFEPA realizará el seguimiento a los compromisos signados entre el Sector Ambiental y la Empresa, CONAGUA y la CONAFOR harán lo propio.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas	No aplica al proyecto.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado	No aplica al proyecto ya que es una empresa altamente especializada.
<b>2. Dirigidas al mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana.</b>		
C) Agua y Saneamiento.	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No aplica, ya que la empresa es de aprovechamiento minero (dolomita y caliza). No obstante ello, se realizarán obras de retención de suelos que permitan no contaminar el aguas de lluvia y freática.
	29. Posicionar el tema del agua como un	Por la naturaleza del proyecto, no aplica.



	recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo social.	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica al proyecto dado su naturaleza y su carácter puntual.  No obstante lo anterior, con la implementación del proyecto se generara derrama económica y la generación de empleos en lo local y regional. Durante la etapa de preparación, operación y abandono del sitio se generaran 67 empleos directos en la operación.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condiciones de pobreza.	No aplica al proyecto, dada su naturaleza.
<b>3).Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.</b>		
B).Planeación del ordenamiento territorial.	44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No aplica al proyecto, dada su naturaleza. No obstante ello, el desarrollo del proyecto impulsa del desarrollo regional y se realizará con estricta observancia a la legislación aplicable y con la participación de la SEMARNAT, PROFEPA, CONAFOR y CONAGUA en el ámbito de su competencia.

Como se puede observar en el análisis anterior, las **ESTRATEGIAS** y sus respectivas **ACCIONES** planteadas en el **POEGT** son de índoles generales y obligatorias para ser implementadas por las diferentes instancias de la



Administración Pública Federal (APF), e incluirlas en sus procesos de planeación estratégica de carácter anual y sexenal.

No obstante lo anterior, el proyecto de aprovechamiento minero “**El Amarradero**” es coadyuvante y compatible con lo establecido en el POEGT y no lo contraviene, ni se contrapone con ninguna de las estrategias establecidas en el mismo, ya que se desarrollará en una superficie de 25.94 ha, con una inversión de \$ \_\_\_\_\_ generando 67 empleos directos, además, durante toda la vida útil del proyecto y en su etapa de abandono, se implementarán medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos más relevantes que se generen de manera local. Se implementará el programa de rescate y reproducción de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para su reforestación en el sitio y áreas colindantes, se aplicarán los programas de rescate de la flora y de la fauna, así como el programa de manejo de suelos y se hará la aportación al FFM como compensación del cambio de uso del suelo según obliga el artículo 118 de la LGDFS, entre otras.

### ***III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima (POETEC).***

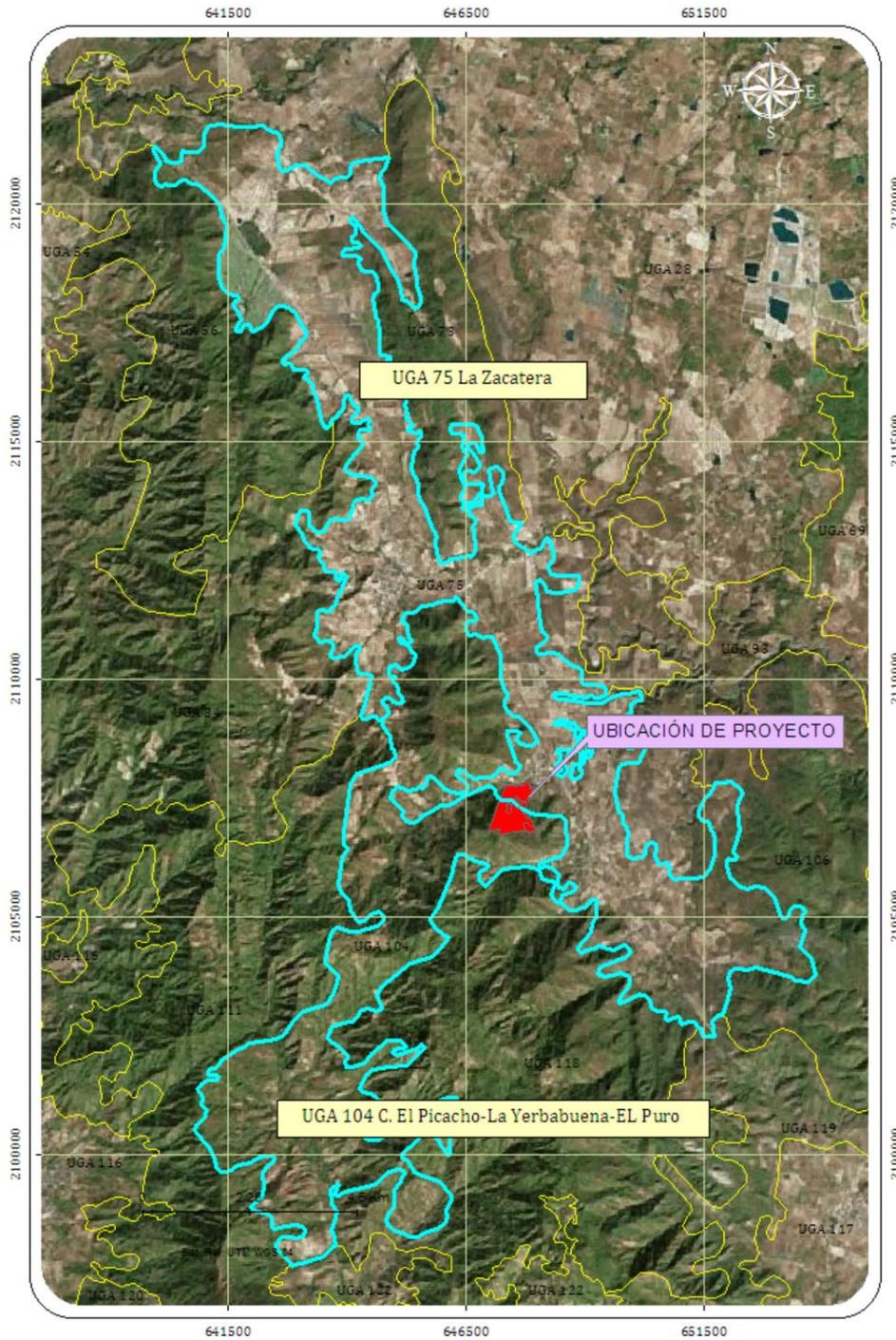
El POETEC, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3. Frac. XXIII), y a cuyo carácter se sujeta el promovente al presentar éste estudio conteniendo las obras y actividades a realizar, así como las medidas propuestas de prevención, mitigación y restauración de impactos negativos que el mismo pueda generar durante su desarrollo, para su evaluación correspondiente ante la autoridad ambiental federal.



El POETEC fue publicado el 11 de agosto de 2012, en el Periódico Oficial “*El Estado de Colima*”. En el Programa se zonifica el estado de Colima en **Unidades de Gestión Ambiental (UGAs)** a las cuales se les asignaron criterios ecológicos.

De acuerdo al POETEC, el predio se localiza en la **UGA 75 La Zacatera** (con 5,381.07 ha) y **104 C. El Picacho-La Yerbabuena-EL Puro** (con 3,545.77 ha) con un superficie en conjunto total de 8,926.8 ha, con una Política Ecológica de Aprovechamiento y Restauración para la primera y Restauración para la segunda. Los atributos de las UGAS se presentan en el cuadro 1.

**Figura 11.** *Ubicación del proyecto en la UGA 75 y 104*



**Cuadro 7.** Atributos de las UGAs donde se ubica el proyecto

Atributo	UGA	
<b>Nombre</b>	C. El Picacho-La Yerbabuena-EL Puro	La Zacatera
<b>Superficie (ha)</b>	3,545.77	5,381.07
<b>No. UGA</b>	104	75
<b>Vegetación</b>	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	Agricultura de temporal
<b>Suelo dominante</b>	Feozem	Vertisol
<b>Roca dominante</b>	Calizas-lutitas	Piroclásticas
<b>Política</b>	Restauración	Aprovechamiento- Restauración

Lineamientos para restaurar el ecosistema de la selva baja caducifolia por su biodiversidad, propiciando actividades productivas sustentables que contribuyan al fortalecimiento y desarrollo de las comunidades usuarias de las dos UGAs. Asimismo, además de contar con la política y lineamientos anteriores, también dispone un **USO CONDICIONADO** para la **Minería**, definiendo que el aprovechamiento minero se hará acorde a los estudios y manifestación ambiental que se tenga, o como en éste caso, la MIA-P que estamos presentando. Otros caracteres ambientales normativos que rigen de manera precisa y clara son **Los criterios ecológicos** aplicables a las **UGAs 75 y 104** a los cuales se ha apegado el presente estudio que se presentan en el cuadro 2.



**Cuadro 8. Políticas, lineamientos, Usos y Criterios para la UGA 75 Y 104.**

UGA	75	104
<b>Política</b>	Aprovechamiento-Restauración	Restauración
<b>Lineamiento</b>	Recuperar la vegetación riparia en las barrancas de la UGA y promover actividades productivas más eficientes en las zonas agropecuarias	Recuperar el ecosistema de la selva baja caducifolia
<b>Uso Predominante</b>	Barrancas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, vegetación de agostadero y zonas agrícolas	Selva baja caducifolia secundaria arbustiva y herbácea.
<b>Usos Compatibles</b>	Acuacultura, Agroturismo, Ecoturismo, Frutales, Infraestructura, Investigación, UMA's	Ecoturismo , Investigación, UMA's
	Agricultura (Fomentando cultivos alternativos con mayor rendimiento)	
<b>Usos Condicionados</b>	Agroforestería (En zonas deforestadas o perturbadas)	<i><u>Industria Minería (El aprovechamiento minero se hará acorde a los estudios y Manifestación ambiental que se tenga)</u></i>
	Asentamientos humanos (siguiendo los criterios de los planes de desarrollo urbanos vigentes, con criterios ecológicos)	
	Ganadería (fomentando su reconversión de extensiva a sistemas agro-silvopastoriles)	
	Plantaciones agrícolas (en zonas deforestadas o perturbadas)	
	<i><u>Minería (El aprovechamiento minero se hará acorde a los estudios y manifestación ambiental que se tenga)</u></i>	
<b>Usos Incompatibles</b>	Turismo, Industria	Acuacultura
		Agricultura
		Agroforestería
		Agroturismo
		Asentamientos humanos
		Ganadería
<b>Criterios</b>	Agr, Agf, Atu, Ahr, Ect, Edu, Fru, Gan, Inf, Inv, Pla, Uma, Min	Des, Ect, Inv, Res, Uma, Min.



Como ya se comentó, a las **UGAs 75 Y 104** le aplican solo una política ambiental que corresponde a la de **Aprovechamiento-Restauración y Restauración**.

A la política de **APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE** la define como:

*Aprovechamiento sustentable política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de la unidad de gestión ambiental donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contiene la UGA. Orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial, ya sea para el desarrollo urbano, y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, que propicie la diversificación y sustentabilidad, más que un cambio en los usos actuales del suelo.*

A la política de **RESTAURACIÓN**, el ordenamiento ya citado la define como:

*“Una política transitoria, dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, y que no están sujetas a aprovechamientos de alta productividad, por lo que es necesaria la aplicación de medidas para recuperar su valor ecológico y de esta manera asignarles otra política, de conservación o de protección, la cual se plantea con restricciones moderadas o fuertes para el desarrollo de actividades productivas”.*

En relación a las políticas, se observó que solo establece restricciones, y es evidente que el desarrollo puntual del proyecto se apega a las mismas y no se contraponen, ya que se requiere para hacer más eficiente el proceso de aprovechamiento para que no impacte de manera negativa es que se presenta este estudio que contiene las medidas de prevención y mitigación a implementar. Asimismo, se ubica en una zona con uso predominantemente de selva baja caducifolia secundaria, así como de agricultura de temporal, por lo que no afectará ambientes naturales con



características relevantes y no se generará desequilibrios ecológicos de importancia, ni obstruirá los procesos evolutivos y ecológicos de la UGAs 75 Y 104, ni alterará áreas de flora y fauna importantes, ni la biodiversidad, o bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación o presencia de especies con algún estatus en la **NOM-059-SEMARNAT 2010**, en virtud de que se encuentra localizado en la parte sur de la UGA, el proyecto es puntual (25.94 ha en relación a las 8,926.8 ha que conforman a las dos UGAs y contiene medidas de prevención y mitigación de impactos negativos relevantes para biodiversidad, suelo, aire y agua.

Además de lo anterior, el Ordenamiento citado permite el desarrollo de proyectos mineros de manera **CONDICIONADA**, definiendo, que el aprovechamiento minero (dolomita y caliza) se hará acorde a los estudios y manifestación de impacto ambiental que se tenga, por lo que se considera que con la presentación del estudio de MIA-P se cumple con los requisitos exigidos por la política, por lo que no se contraviene al mencionado Ordenamiento.

En cuanto a los **CRITERIOS ECOLÓGICOS**, éstos se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones puntuales y claras para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales, criterios a los que se ha apegado la planeación y desarrollo del proyecto presentado a evaluación.

De acuerdo a lo anterior, y dado que el proyecto pretendido como **El Amarradero** en este caso, como **USO CONDICIONADO**, los grupos de criterios ecológicos que corresponden a la **UGA 75 Y 104**, según el **cuadro anterior**, son los siguientes: *Agr, Agf, Atu, Ahr, Ect, Edu, Fru, Gan, Inf, Inv, Pla, Uma, Des, Res, Min*. No obstante esto, y dado que la actividad o proyecto a realizar consiste en la apertura de una cantera de dolomita y caliza a aprovechar mediante el método minero de terrazas a cielo abierto, se realizó el análisis vinculatorio contra los criterios correspondientes a la **actividad minera**, los cuales se desglosan a continuación:

### **Vinculación de los grupos de criterios con el proyecto “El Amarradero”**



Del análisis realizado se desprende que los criterios; *Agr, Agf, Atu, Ahr, Ect, Edu, Fru, Gan, Inf, Inv, Pla, Uma, Des, Res*, no aplican para el proyecto, por lo que se concluye que el desarrollo y ejecución del mismo no se contraponen a dichos criterios.

**A continuación se describen y vinculan los criterios para la actividad que sí aplican.**

Actividades mineras (Min):

**Min1.- Los predios sujetos a exploración y explotación minera deberán contar con una manifestación de impacto ambiental y cumplir con las medidas de mitigación, restauración y abandono del sitio.**

*En este documento (MIA-P) se incluye la evaluación ambiental y las medidas de prevención y de mitigación de los impactos relevantes adversos, así como las acciones de restauración y abandono del sitio de interés.*

**Min2.- Se podrá realizar exploración y explotación de la actividad minera.**

*El proyecto contempla la extracción de caliza y dolomita considerando la rehabilitación ambiental mediante la reforestación con especies nativas y listadas en la NOM-059, control de erosión y mejoramiento del hábitat para la fauna silvestre, entre otras al final de la vida útil.*

**Min3.- Se fomentará la explotación de los recursos minerales metálicos y no metálicos, principalmente grava, arena, piedra, así como la producción de tabique y tabicón, con la finalidad de mejorar los ingresos de la población.**

*El proyecto contempla el aprovechamiento de dolomita y caliza en el cual será contratado personal de las comunidades aledañas.*

**Min4.- Los recursos minerales metálicos y no metálicos, se explotarán en forma intensiva y racional, mediante la capacitación adecuada de los propietarios y empresarios y el acceso a créditos indispensables para iniciar su explotación, considerando su rentabilidad.**



*En nuestro caso, para darle cumplimiento a este lineamiento se implementarán las siguientes medidas:*

- *Se impartirá un Curso de Inducción al personal que participarán en el proceso de y en la ejecución de las obras de este proyecto, en el cual se abordará la protección de la flora y fauna silvestre, y en general, en todos aquellos aspectos ambientales que es necesario que sean cuidados para minimizar la perturbación al ambiente, como es la conservación del suelo, la no generación de erosión y la no contaminación del recurso hídrico, entre otros.*
- *Se colocará señalización ambiental alusiva a la protección de la flora y fauna de la región, haciendo énfasis en los caminos existentes por los cuales se transitará para acceder al sitio de interés.*
- *Se colocará señalización ambiental con las medidas restrictivas en las áreas de trabajo.*
- *Se realizarán recorridos de vigilancia ambiental para asegurarse de que los lineamientos en materia ambiental de la empresa sean cumplidos.*
- *Se contempla un programa de ahuyentamiento y rescate de la fauna silvestre, de manera previa a cualquier actividad del proyecto.*

**Min5.- La operación de nuevos yacimientos de minerales metálicos y bancos de material pétreo será definida por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental.**

*Con la presentación de la MIA-P se da cumplimiento a éste criterio.*

**Min6.- En la actividad minera con fines comerciales se establecerá un área de explotación (sacrificio) y áreas de reserva como bancos de germoplasma donde se reubiquen las especies susceptibles de trasplantarse. Estas áreas de reserva deberán tener condiciones ambientales similares a los sitios de explotación para garantizar el éxito de la reubicación de especies vegetales. Asimismo, se deberá promover la creación de un vivero para las acciones de restauración. La extracción y trasplante, así como la definición de las áreas de reubicación de especies, deberá hacerse de acuerdo a la normatividad vigente**



*El proyecto El Amarradero (MIA-P) contempla la extracción dolomita y caliza y la rehabilitación ambiental del sitio mediante la reforestación con especies nativas, control de erosión y mejoramiento del hábitat para la fauna silvestre, así como la creación de un vivero para las acciones de restauración y demás condiciones a que obliga el presente criterio ambiental. Las áreas colindantes al proyecto son similares, por lo que se utilizaran para la reubicación de la flora y fauna que sea pertinente.*

**Min7.- Es necesario que se establezca un plan de manejo de residuos sólidos y líquidos producidos en los campamentos de residencia. En caso de asentarse plantas de beneficio de mineral y presas de jales deberá de cumplir con la normatividad aplicable. Las áreas explotadas deberán ser rehabilitadas a través de acciones de conservación de suelo y agua.**

*El manejo de residuos se realizara de acuerdo al normatividad ambiental estatal y federal de los residuos. (Anexo 2)*

*En la MIA-P que se presenta se incluyen las acciones a realizar para la conservación de suelo y agua en las áreas de explotación durante el desarrollo de la actividad y se anexa el plan de rehabilitación del sitio al llegar a su etapa final de vida útil.*

**Min8.- Todo aprovechamiento de materiales pétreos y bancos de material deberán contar con la licencia ambiental única emitida por la Secretaría de Desarrollo Urbano prevista en la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.**

*No se contempla aprovechamiento de bancos de material.*

**Min9.- La autorización o incremento de las cuotas de explotación de materiales pétreos sólo podrá otorgarse si se presenta una Manifestación de Impacto Ambiental y un estudio de Riesgo Ambiental que incluya de manera clara el programa de explotación del banco y un programa de abandono productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio. En caso de ser favorable, el resolutive correspondiente deberá condicionarse a que el promovente otorgue**

Cap. IV Pág. 68 de 311



**una garantía (fianza) que cubra los costos del Programa de Abandono Productivo y, en su caso, de restauración del banco conforme a las estipulaciones de la NOM-EM-138-ECOL-2002 (actualmente NOM-138-SEMARNAT/SSA-2003), que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA con base en el o los programas propuestos dentro del programa de Abandono Productivo.**

*No aplica, en virtud de que el proyecto es minero y se refiere a un aprovechamiento de dolomita y caliza, y no como el caso que maneja el criterio refiriéndose al incremento de las cuotas de explotación de materiales pétreos.*

**Min10.- Todo proyecto minero, ya sea de competencia Federal o Estatal deberá presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). En dicha MIA y para su autorización correspondiente, así como para el otorgamiento de la licencia de funcionamiento municipal y el otorgamiento de la licencia local de funcionamiento ambiental, el promovente o titular de la concesión minera, deberá desarrollar y presentar un Programa de Abandono Productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio conforme a las estipulaciones de la NOM-EM-138-ECOL-2002, (actualmente NOM-138-SEMARNAT/SSA-2003), que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA. Para garantizar el cumplimiento de dicho programa, y para el otorgamiento de las licencias estatales y municipales antes referidas, el promovente o titular de la concesión minera deberá presentar una fianza a favor del Fideicomiso Ambiental por el monto total del costo del Programa de Abandono Productivo antes referido.**

*Para cumplir con el presente criterio, se presenta la MIA-P correspondiente, misma que incluye el programa de explotación de la dolomita y caliza, así*



*como el programa de abandono (rehabilitación) mismo que hace referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio.*

*Se dará cabal cumplimiento a lo que dictamine la autoridad ambiental competente, en virtud de que al ser autorizado el proyecto, dicha autoridad regularmente condiciona la ejecución del mismo al pago de una fianza por el monto total que implica el proyecto y/o el desarrollo de las medidas de mitigación propuestas o dictadas.*

**Min11.- Todo proyecto minero, ya sea de competencia Federal o Estatal, deberá contemplar como medida ambiental compensatoria la restauración de cinco veces la superficie afectada, ya sea in situ o ex situ, para que se autorice el permiso correspondiente de explotación a través del resolutivo de impacto ambiental federal, la licencia ambiental única Federal o Estatal y la licencia de funcionamiento municipal ya sea nuevo, por renovación o ampliación.**

*El promovente, en caso de ser autorizado el proyecto, aportará al Fondo Forestal Mexicano el monto que la autoridad competente resuelva, y con ello se estará dando cumplimiento al presente criterio, asimismo, en la MIA-P que se presenta, se anexa el programa de restauración del sitio al finalizar su vida útil.*

**Min12.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Autoridad Ambiental Estatal, en el ámbito de sus competencias, deberán realizar auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores mineros y a los titulares de concesiones mineras con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento así como la Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima y sus reglamentos.**

*La empresa estará atenta a coadyuvar al desarrollo de las funciones inherentes de la PROFEPA durante el desarrollo del proyecto al momento de que el mismo sea autorizado*

**Min13.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Autoridad Ambiental Estatal, en el ámbito de sus competencias,**



**deberán realizar auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los titulares de concesiones mineras con referencia al cumplimiento de la normatividad ambiental y, en su caso, las condicionantes que hayan establecido en su autorización la SEMARNAT o la Secretaría de Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias.**

*La empresa estará atenta a coadyuvar al desarrollo de las funciones inherentes de la PROFEPA durante el desarrollo del proyecto al momento de que el mismo sea autorizado*

**Min14.- Los titulares de concesiones mineras deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-SEMARNAT-1993, NOM-043-SEMARNAT-1993) y de calidad de agua (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996).**

*En la MIA-P que se presenta se consideran las medidas en materia de impacto ambiental para el cumplimiento del presente criterio ambiental.*

**Min15.- En caso de actividades mineras de competencia de la federación, estas deberán sujetarse a la normatividad ambiental federal y a lo establecido en la NOM-SEMARNAT-120-1997.**

*En la MIA-P que se presente se realiza el análisis de la normatividad ambiental vigente que aplican, así como el de la NOM-120, y su vinculación con el proyecto. También se presentan las medidas de mitigación a implementar.*

**Min16.- Se deberá desalentar el establecimiento y la autorización ambiental para la explotación, exploración y beneficio de concesiones mineras de competencia Federal y aprovechamientos mineros de competencia estatal, en UGAs con políticas de Protección y Preservación con fundamento en lo establecido en los artículos 27 y 115 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, a los Artículos 27 fracción IV y, en su caso 20, de la Ley Minera; Artículos 58 y 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y, cuando corresponda, al Artículo 59 de la Ley Agraria.**



*Para dar cumplimiento al presente criterio, se presenta la MIA-P en la cual se vincula el proyecto con la UGA 75 y 104 del POETEC en la cual se condiciona el desarrollo del mismo a la presentación de los estudios en materia ambiental que apliquen, como es el caso.*

**Min17.- Las actividades de beneficio minero definidas como tales en la Ley Minera realizadas fuera de las áreas de exploración y explotación se considerarán como actividad industrial y aplicarán los criterios de regulación ecológica “In”.**

*No aplica al proyecto, en virtud de que el material considera zona beneficio dentro del área de proyecto.*

**Min18.- Los sitios de trabajo o trituración para preparación de minerales o sustancias reservadas para la federación establecidos fuera del área de la concesión minera deberán contar con una Manifestación de Impacto Ambiental Federal y un Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso del suelo para su autorización. En la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente se deberá detallar y explicitar las medidas de control de la contaminación atmosférica por emisión de polvos, los mecanismos para el cumplimiento de los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-Semarnat-1993, NOM-043-Semarnat-1993) y las medidas cautelares para el control de erosión del almacenamiento a cielo abierto de materiales. En caso de ser autorizado el proyecto, y como parte de las condicionantes del resolutivo correspondiente, el titular de la concesión minera o responsable del proyecto, deberá presentar un seguro ambiental por la vigencia útil de las operaciones por los posibles daños ambientales por efecto de contaminación atmosférica o de lixiviado de materiales. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente deberá realizar inspecciones periódicas a estos proyectos para verificar el cumplimiento de las condicionantes respectivas.**

*Para dar cabal cumplimiento al presente criterio es que se presenta la MIA-P correspondiente, misma que contiene las acciones pertinentes para cumplir con lo que estipula dicho criterio.*



**Min19.-** Los sitios exclusivos de trabajo o trituración de materiales pétreos deberán contar con una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) Estatal para su autorización. En la MIA correspondiente se deberá detallar y explicitar las medidas de control de la contaminación atmosférica por emisión de polvos, el cumplimiento de los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-Semarnat-1993, NOM-043-Semarnat-1993) y las medidas cautelares para el control de erosión del almacenamiento de materiales. En caso de ser autorizado el proyecto, y como parte de las condicionantes del resolutivo correspondiente, el titular del proyecto deberá presentar una fianza a favor del fideicomiso ambiental por la vigencia de la licencia local de funcionamiento ambiental por los posibles daños ambientales por efecto de contaminación atmosférica o de lixiviado de materiales.

*No aplica al proyecto. No obstante ello, en caso necesario se atenderá en tiempo y forma lo que compete.*

**Min20.-** Los promoventes que pretendan realizar actividades de extracción de arena para la construcción dentro de la Zona Federal de los cauces de la UGA deberán contar con una autorización explícita de la Comisión Nacional del Agua y presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) de carácter Federal. En dicha MIA, se deberá presentar un estudio específico de los procesos de sedimentación en el cauce y los efectos sobre dichos procesos de las actividades de extracción de arena, así como las medidas de resguardo y reforestación de la vegetación de galería del cauce.

*No aplica. El proyecto consiste en la extracción de material de dolomita y caliza a cielo abierto, para el cual se presenta la MIA-P ahora, y el ETJ, en su momento.*

**Min21.-** Los promoventes que pretendan realizar actividades de extracción de arena para la construcción fuera de la Zona Federal de los cauces de la UGA y hasta 200 m de ésta deberán contar con una autorización explícita de la Autoridad Ambiental Estatal y presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) de carácter estatal. En dicha MIA, se deberá presentar un estudio específico de los procesos de sedimentación en el cauce y los efectos sobre dichos procesos de



**las actividades de extracción de arena, así como las medidas de resguardo y reforestación de la vegetación de galería del cauce.**

*No aplica. El proyecto consiste en la extracción de material de dolomita y caliza a cielo abierto para el cual se presenta la MIA-P ahora, y el ETJ, en su momento.*

**Min22.- En los centro de población y, por su posible impacto ambiental, sólo podrán ser autorizados proyectos de beneficio minero (trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos) o de trituración y acondicionamiento de materiales pétreos dentro de las zonas consideradas como I3 (industria pesada y de alto impacto) del Programa de Desarrollo Urbano de los Municipios, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano Correspondiente o en parques industriales debidamente autorizados además de cubrir los requisitos de los criterios “In” del presente instrumento.**

*No aplica. El proyecto consiste en la extracción de material de dolomita y caliza a cielo abierto en un área forestal para el cual se presenta la MIA-P ahora, y el ETJ, en momento.*

**Min23.- En el caso de las actividades de Exploración y Explotación previstas en la Ley Minera, para el otorgamiento o renovación de la licencia local de funcionamiento ambiental y la licencia de funcionamiento municipal, los titulares de las concesiones mineras deberán presentar una fianza a favor del fideicomiso ambiental estatal, o en su defecto el gobierno del estado, que cubra la totalidad de los costos de las actividades de restauración que indican los numerales 4.1.23 al 27 de la NOM- 120-Semarnat-1997.**

*No aplica. El proyecto consiste en la extracción de material de dolomita y caliza a cielo abierto en un área forestal para el cual se presenta la MIA-P ahora, y el ETJ, en su momento.*



**Min24.- Las Manifestaciones de Impacto Ambiental Federales para la exploración o explotación de minerales o sustancias reservadas a la federación; o estatal, en el caso de materiales pétreos, en sitios con pendientes mayores al 15% deberán contener un estudio específico de los procesos erosivos del sitio.**

*El proyecto consiste en la extracción de material de dolomita y caliza a cielo abierto en un área forestal para el cual se presenta la MIA-P ahora, y el ETJ, en su momento, los cuales cuentan con los estudios específicos de los procesos erosivos del sitio y del SA y las medidas de prevención y mitigación de impactos adversos.*

Dado lo arriba analizado, es claro que el estudio cuenta con los compromisos, por parte del promovente, para mitigar, restaurar y compensar, según sea el caso, los impactos ambientales negativos que se prevé se generarán con el desarrollo del proyecto, razón por la cual se considera que no contraviene ni se contrapone con el Ordenamiento analizado.

En **CONCLUSIÓN**, con todo lo anteriormente analizado, es que consideramos que el proyecto de extracción de dolomita y caliza denominado “**El Amarradero**” en la zona de interés no se contrapone ni contraviene lo que obligan los dos instrumentos ambientalmente vinculados (POEGT y POETEC), en virtud de que:

- I. Como uso condicionado, se permite la instalación, operación y mantenimiento de proyectos similares al que se presenta para su evaluación y dictaminación.
- II. Los CRITERIOS específicos que norman las actividades mineras en las UGAs 75 Y 104 permiten la minería como es el caso del proyecto que se somete a evaluación.
- III. El promovente adquiere compromisos ambientales en términos de prevención, mitigación, y restauración de impactos ambientales adversos, desarrollando acciones, actividades y/u obras para mejorar el entorno ambiental destacando; la captura y reubicación



de especies de fauna, colecta y reubicación de flora, reforestación forestal de sitios colindantes, control de contaminantes atmosféricos, control y manejo adecuado de residuos peligrosos y residuos sólidos municipales, análisis y control de calidad del agua, capacitación a los trabajadores contratados para el desarrollo del proyecto, mantenimiento a la infraestructura y maquinaria, control de erosión mediante obras técnicamente diseñadas, entre otros.

### *III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas*

#### **Áreas naturales protegidas**

En la actualidad, el estado de Colima no cuenta con Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal (ANP's).

En relación a ANP's es pertinente comentar que en el Estado de Colima se encuentran cinco áreas naturales protegidas de competencia federal, así como dos Sitios RAMSAR, las cuales son:

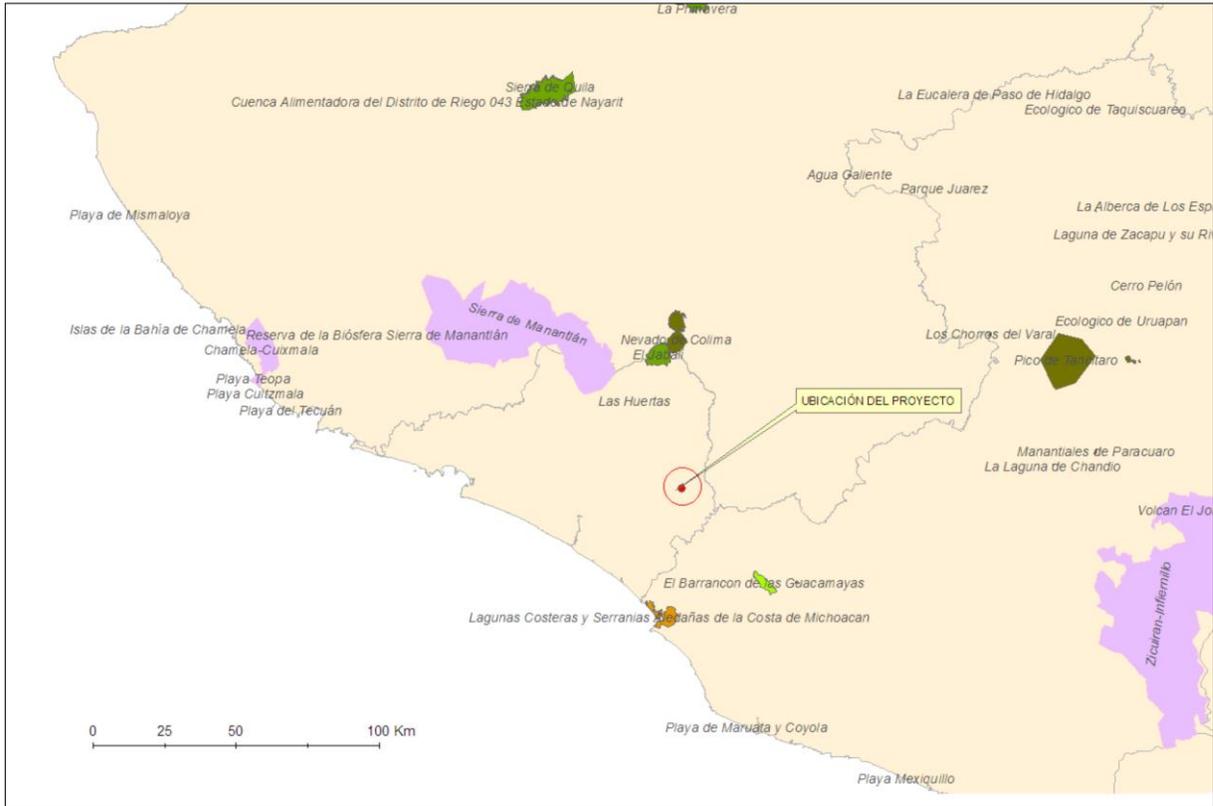
- ✓ Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán
- ✓ Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo
- ✓ Parque Nacional Volcán Nevado de Colima
- ✓ Área de Protección de Recursos Naturales El Jabalí
- ✓ Área de protección de Flora y Fauna Las Huertas de Comala
- ✓ Vaso III y IV de la Laguna de Cuyutlán RAMSAR.
- ✓ Playa Boca de Ápiza- Chupadero-El Tecuanillo RAMSAR.

El sitio del proyecto no se ubica al interior de ninguna de las áreas naturales protegidas inscritas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. La ubicación del predio del proyecto, respecto del área natural protegida más cercana se encuentra a 40 Km en línea recta aproximadamente (Sitio RAMSAR: Playa Boca de Ápiza- Chupadero-El



Tecuanillo) y a 45 Km de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, (Figura 3.)

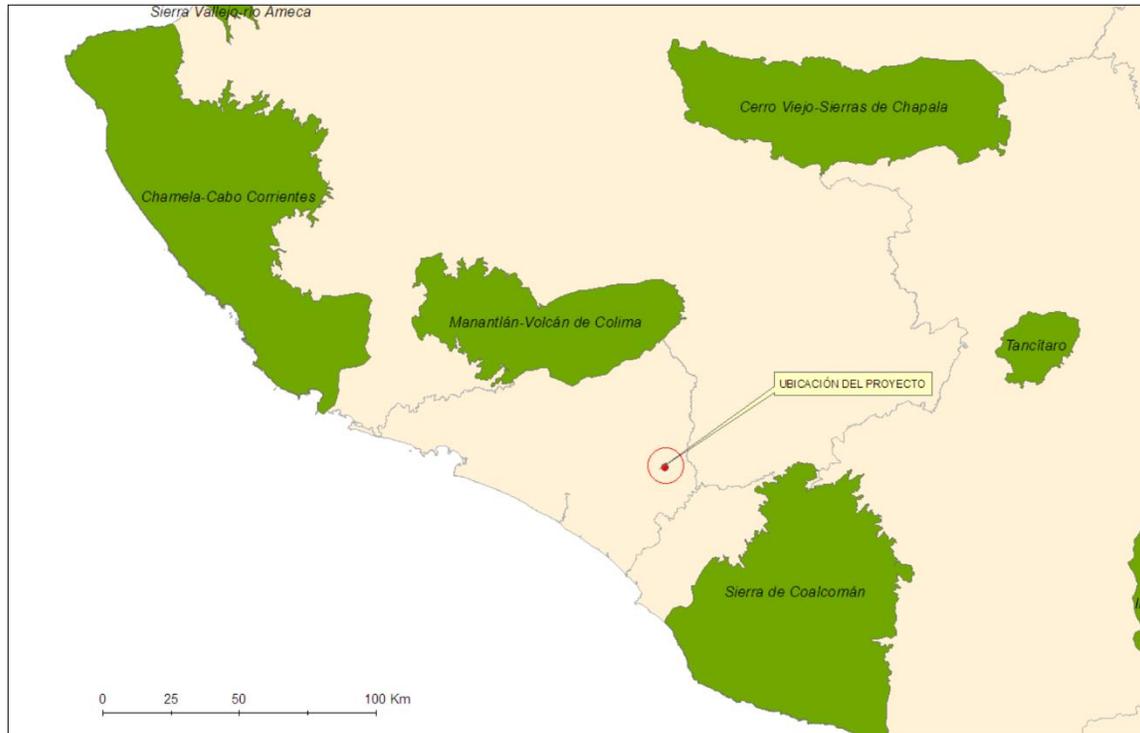
**Figura 12.** Ubicación de Áreas Naturales Protegidas de interés para la conservación, más cercanas al proyecto.



### **Regiones terrestres prioritarias**

El polígono del proyecto no se ubica en Región Terrestre Prioritaria alguna. La Región Terrestre Prioritaria más cercana en el estado está a una distancia de 45 km en línea recta al sitio del proyecto y es la conocida como **64 Manantlán-Volcán de Colima** y a 35 Km de la **Sierra de Coalcomán** (Figura 4).

**Figura 13.** Región Terrestre Prioritaria 64 Manantlán-Volcán de Colima



### Regiones hidrológicas prioritarias

En cuanto a **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)**, la Comisión Nacional para Biodiversidad (CONABIO), identificó 110 regiones para todo el País, dentro de las cuales se encuentra la **Región Hidrológica Prioritaria** conocida como **25. Ríos Purificación y Armería**, la cual abarca una superficie total de 15,052.41 km<sup>2</sup>, distribuyéndose en los estados de Jalisco y Colima, siendo esta la más cercana a donde se ubica el área del proyecto (Figura 5). **El proyecto no se ubica en RHP alguna.**



**Figura 14.** Regiones hidrológicas (110) definidas por la CONABIO

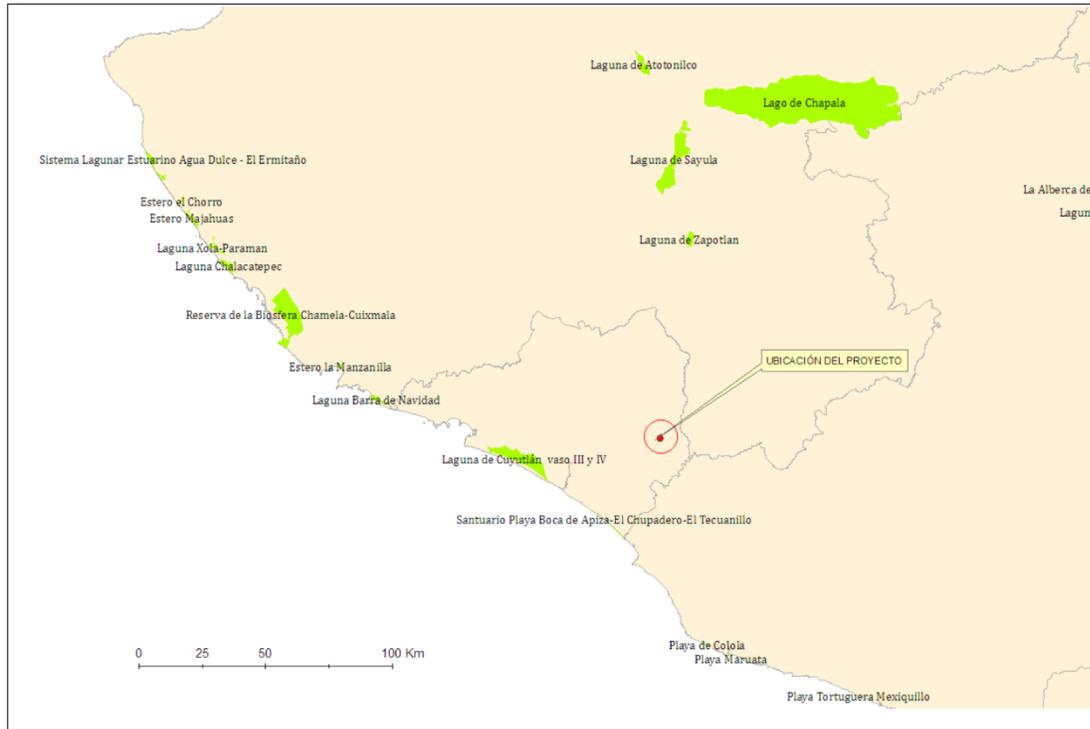


### **Sitios RAMSAR.**

El sitio del proyecto se localiza fuera del área de aplicación de los sitios **RAMSAR**. Los sitios RAMSAR más cercanos al predio del proyecto se ubican a aproximadamente 47 km al suroeste y corresponde a los **Vasos III y IV de La Laguna de Cuyutlán, Col.**, y el conocido como **Boca de Ápiza-Chupadero-El Tecuanillo** ubicado a 40 Km al sur-suroeste (Figura 6).



**Figura 15.** Sitios RAMSAR en relación al sitio del proyecto

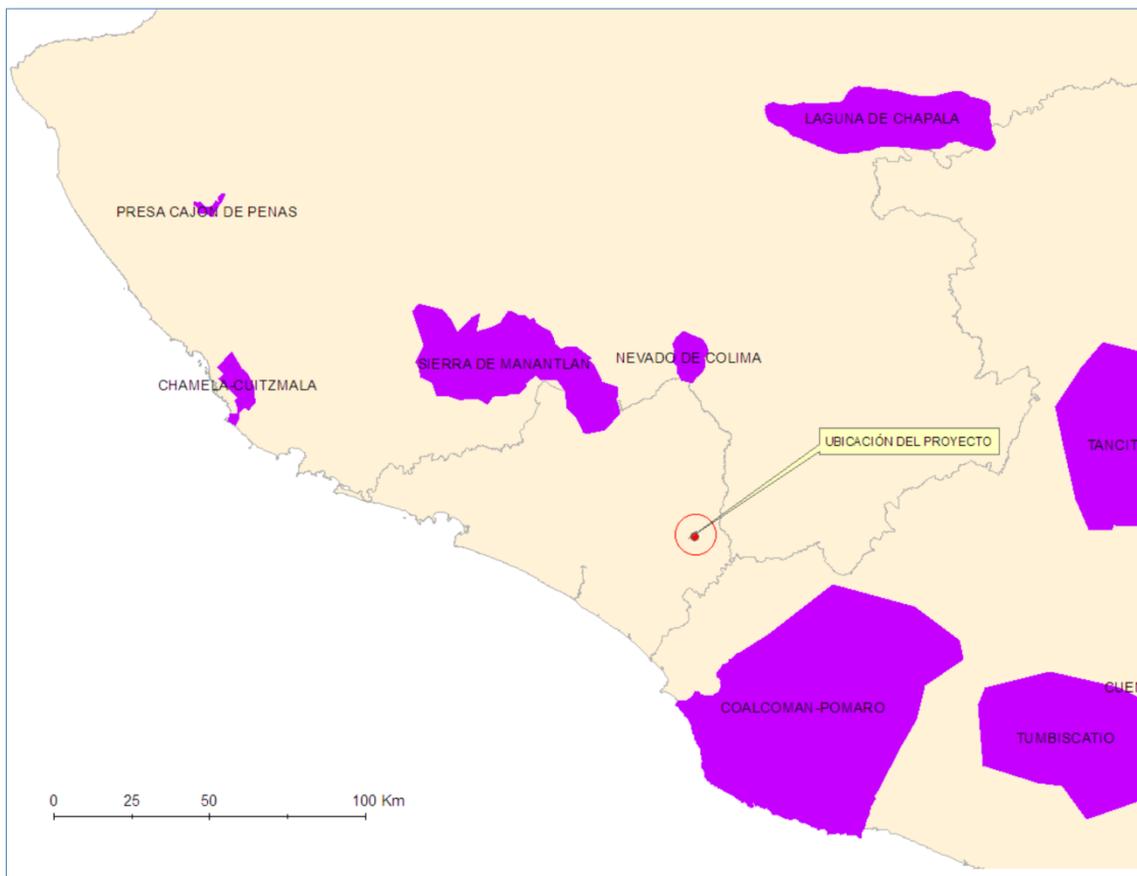




## **Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).**

El sitio del proyecto se ubica fuera de la superficie de aplicación de las **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)**. Las **AICA's** más cercanas al predio del proyecto son Chamela- Cuixmala, Sierra de Manantlán, Nevado de Colima y Coalcomán-Pomaro, las cuales se ubican a distancias mayores a 35 Km del sitio del proyecto (Figura 7).

**Figura 16.** Ubicación de AICAS cercanas al proyecto





### **Regiones Marinas Prioritarias (RMP)**

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México*, mediante el cual realizó la clasificación de 70 áreas prioritarias para el país, considerando criterios ambientales, económicos y de amenazas. La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan. De estos grupos resultaron 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores, así como 8 áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con información sobre su biodiversidad. Tres áreas no tienen ninguna clasificación debido a que, por la escasa información contenida en la ficha correspondiente, el análisis no resultó en clasificación alguna. (Arriaga, *et al*, 1982).

El espíritu de la clasificación de las áreas marinas prioritarias, la descripción de sus características físicas, biológicas y sociales, así como las problemáticas y sugerencias identificadas, pretende reflejar el conocimiento, la experiencia y el sentir de un vasto número de científicos, trabajadores gubernamentales, cooperativas, asociaciones civiles, entre otros, e intentar resaltar las definiciones, los problemas, el conocimiento y las propuestas más actuales y frecuentes en la materia. Asimismo, representan un marco de referencia y una herramienta que se espera sea útil para tomadores de decisiones, científicos, usuarios y público en general.

En el marco del anterior contexto, es que la **RMP** más cercana al sitio del proyecto se encuentra a por lo menos 35 kilómetros al suroeste y es la **RMP** conocida como número **28. CUYUTLÁN-CHUPADERO**, con una extensión de 6,090 km<sup>2</sup>, la cual cuenta con la problemática siguiente:

#### **Problemática:**



- **Modificación del entorno:** tala de manglar, relleno de áreas, dragado, obras de ingeniería, construcción en humedales. Desforestación y escurrimiento de agroquímicos. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas.

- **Contaminación:** por aguas residuales, fertilizantes.

- **Uso de recursos:** presión sobre langostinos.

- **Especies introducidas:** de tilapia.

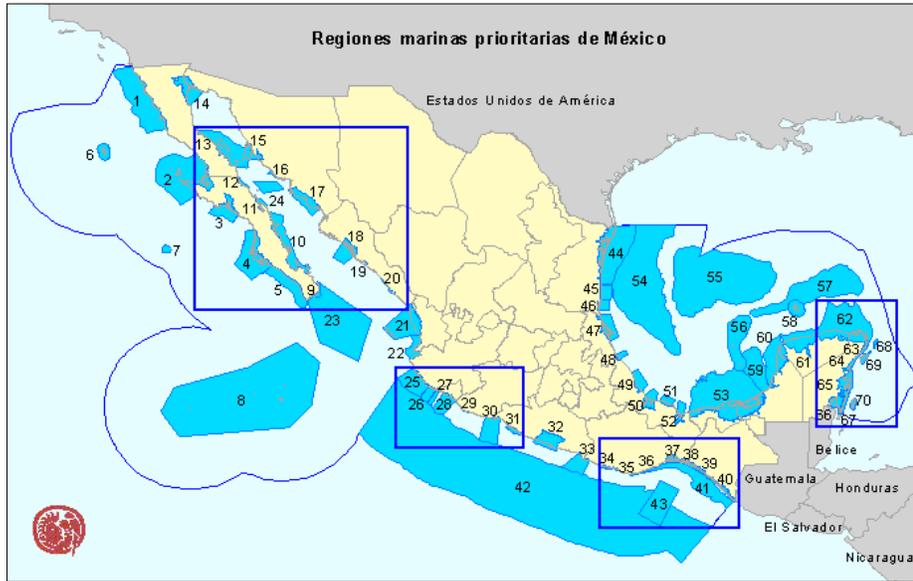
- **Regulación:** Obras de infraestructura costera mal diseñadas.

**Conservación:** se propone al Potrero Grande (enorme extensión de tulares y ecosistemas no perturbados) y Chupadero (bosque de manglar poco alterado) para áreas protegidas. Laguna de Cuyutlán muy explotada por la industria.

Como se puede deducir de lo anterior, la ubicación del sitio del proyecto está a 35 kilómetros de distancia en línea recta, por lo tanto, está fuera de dicha **AMP**.

No obstante lo anterior, en términos de su problemática y de su política de conservación, es que el promovente está promoviendo la evaluación del presente estudio para la realización del proyecto de construcción “**El Amarradero**”, en el que presenta obras, actividades y medidas técnico-ambientales a desarrollar que permitirán, que durante la implementación del proyecto en el sitio propuesto, evitar que se incremente la problemática que enfrenta la **RMP No. 28** y ayudaran a contribuir con la política de conservación que se plantea en dicha RMP (Figuras 8 y 9).

**Figura 17.** Regiones Marinas Prioritarias de México



**Figura 18.**

*Región Marina Prioritaria 28. Cuyutlán-Chupadero*

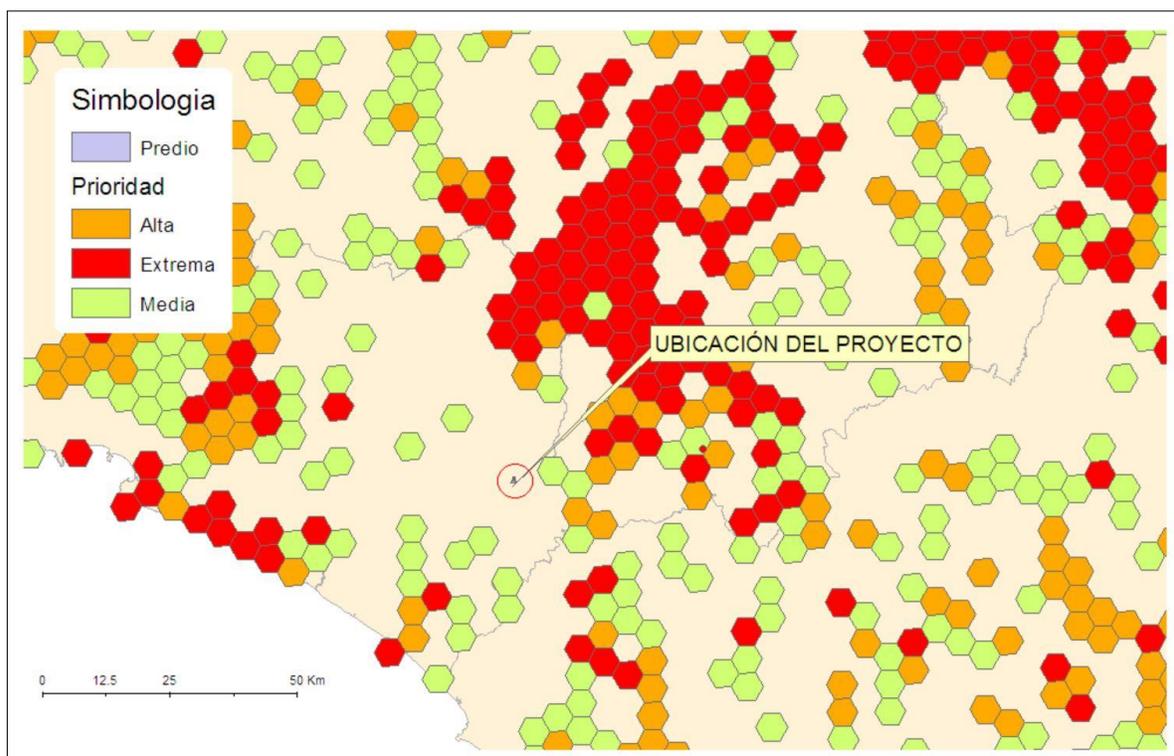


**SITIOS PRIORITARIOS EPICONTINENTALES (SPEC'S)**



Al respecto, se realizó el análisis vinculatorio del sitio del proyecto en relación a los “Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPEC)”. (CONABIO-CONANP-2010) (Figura 10), y se pudo observar que, en el marco de los “Análisis de vacíos y omisiones de conservación” el sitio del proyecto y el área de influencia de 2 Km NO se encuentran traslapados con algún sitio de éste tipo.

**Figura 10.** Se muestra que no existe traslape del sitio del proyecto y su zona de influencia de 2 Km, en relación a los SPEC.

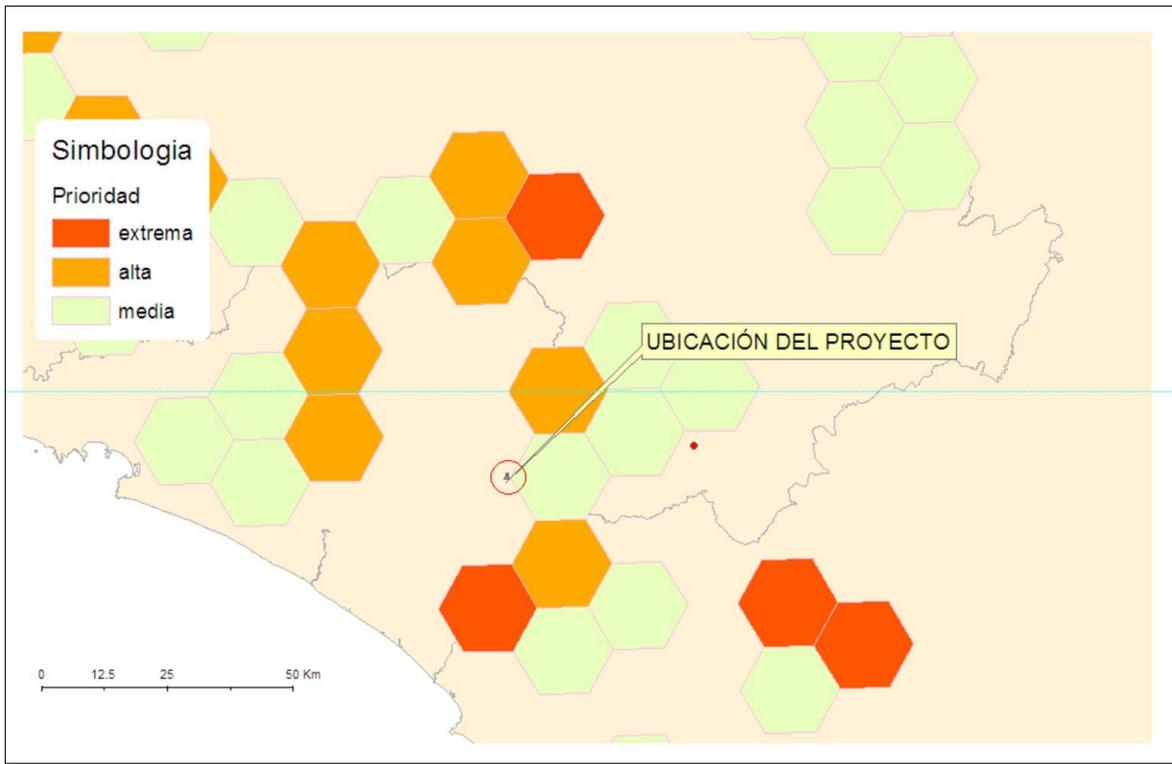


### **SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES (SPT'S)**

En cuanto a los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT), el sitio del proyecto no se traslapa con ninguno; y su zona de influencia de 2.5 Km se traslapa con el SPT 6641 el cual tiene una prioridad media para la conservación (Figura 11).



**Figura 11.** Ubicación del sitio del proyecto en relación a los STP's.



En el muestreo que se realizó para éste proyecto en la microcuenca, y que incluye al SPT 6641, se lograron identificar un total de 159 especies de vertebrados, principalmente aves, seguido por el grupo de reptiles, mamíferos y finalmente anfibios.

*Resumen de los vertebrados identificados dentro de la microcuenca y el SPT 6641.*

GRUPO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010		
					A	P	Pr
ANFIBIOS	4	7	7	4	0	0	2
AVES	29	76	99	17	0	0	3
MAMÍFEROS	11	17	18	2	1	0	0
REPTILES	15	31	35	21	6	0	12
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>131</b>	<b>159</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>17</b>

Dentro del sitio del proyecto se lograron identificar un total de 61 especies de vertebrados principalmente aves (45 spp), seguido por el



grupo de reptiles con 8 especies identificadas, el grupo de los mamíferos con 6 especies y finalmente los anfibios con 2 especies identificadas.

*Resumen de vertebrados identificados en el sitio del proyecto.*

GRUPO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010		
					A	P	Pr
ANFIBIOS	2	2	2	1	0	0	0
AVES	22	42	45	7	0	0	1
MAMÍFEROS	5	6	6	1	0	0	0
REPTILES	4	5	8	7	1	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

### III.4 Normas oficiales mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**) son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y métodos que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente.

Las Normas Oficiales Mexicanas que se relacionan con el desarrollo del proyecto de extracción de dolomita y caliza se listan en cuadro 3 , donde se describe su objetivo y la manera en que se vincula el proyecto a las mismas.

**Cuadro 9.** Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Agua	NOM-001-SEMARNA T-1996	Límites máximos permisibles (LMP) de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	De acuerdo al diseño del proceso de minado, no se realizarán descargas de agua de uso industrial o de algún otro tipo. Las aguas residuales sanitarias serán recolectadas por la empresa que



Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			proporcione el servicio de sanitarios portátiles.
Contaminación Atmosférica	NOM-041-SEMARNA T-2006	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a la maquinaria y vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto.
	NM-025-SSA1-2014	Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente	Esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud, pero es de referencia (no es de observancia obligatoria) para el control de las emisiones de polvos fugitivos emitidos durante la ejecución del proyecto. En caso de que se generen se aplicara la norma.
	NM-025-SSA1-2014	Método para la medición de PST en aire ambiente	Se contratarán laboratorios acreditados que efectúen la medición del contenido de PST en aire ambiente, antes del inicio de las obras, durante las obras y operación del proyecto para monitorear el contenido de material particulado contenido en el aire ambiente
Ruido	NOM-081-SEMARNA T-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de la fuente fija y su método de medición.	No se espera rebasar ninguno de estos límites de forma continua o periódica, sin embargo en caso de ser necesario el personal utilizará



Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			<p>el equipo de protección personal.</p> <p>Se dará mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria con objeto de que no rebasen los niveles de ruido dictados por la NOM.</p>
Flora y Fauna	NOM-059-SEMARNA T-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	Se aplicarán acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de la fauna silvestre, así como las Acciones para el rescate y reproducción de especies de flora de interés, dichos programas se anexan al presente estudio.
Aprovechamiento forestal	NOM-060-SEMARNA T-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos Adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal	Se realizarán el control de procesos erosivos y la pérdida de suelos mediante la construcción de obras para el funcionamiento eficiente del drenaje, se plantea realizar reforestación en la etapa de restauración o abandono,
Aprovechamiento forestal	NOM-061-SEMARNA T-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos Adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal	Se propone el rescate de especies, su translocación, producción en vivero ahuyentamiento, y reforestación.



Aspecto Ambiental	Norma Oficial Mexicana	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Suelo	NOM-138-SEMARNA T/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Se dará mantenimiento periódico-preventivo a la maquinaria y vehículos que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.  En caso de que se presente alguna contingencia se aplicará la norma para realizar la limpieza y asegurarse de que las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo sean inferiores al valor de referencia establecido en esta norma.

### III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

El municipio de Colima, Colima cuenta con Programa de Desarrollo Urbano (PDU) que regula las acciones o actividades correspondientes solo o exclusivamente a la cabecera municipal y que no aplica para el sitio del proyecto ya que se encuentra en la zona rural.

Al respecto, la implementación del proyecto permite coadyuvar al cumplimiento de las acciones que mejoren el desarrollo económico del municipio al generar 67 empleos y servicios en la zona y en la región.

#### Plan Municipal de Desarrollo 2015 – 2018 (PMD 2015-2018)



En cuanto al Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018, se considera como el proceso de Planeación que está encaminado a implementar acciones tendientes al desarrollo económico: impulsando la productividad, el comercio y el empleo, al sector agropecuario, al de servicios de comunicaciones y transportes, al de fomento, al ecoturismo, sentando así las bases para llevar a cabo una urbanización sustentable en todo el municipio con un sistema catastral, y servicios públicos eficaces y eficientes.

Al respecto, la implementación del proyecto permite coadyuvar al cumplimiento de las acciones que mejoren el desarrollo económico del municipio al generar empleos y servicios en la zona y en la región.

Asimismo dicho Plan regula las acciones o actividades correspondientes solo a la cabecera municipal y poblaciones principales del municipio y que no aplican para el sitio del proyecto ya que se encuentra en zona forestal y agrícola de temporal.

## ***III.6 Leyes y reglamentos***

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

En Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental vigentes, se hace referencia a que cuando un proyecto genere algún daño al ecosistema, se deberán introducir tecnologías y actividades suficientes que ayuden a revertir y/o mitigar los impactos ocasionados por dicha actividad.

Los Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto se describen a continuación:

**Artículo 28** señala que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (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

Cap. IV Pág. **91** de **311**



restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

**El Artículo 15, Inciso IV** menciona que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre.

**El Artículo 28 Inciso VII** dice que necesitarán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental, aquellas personas que pretendan llevar a cabo: Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Mediante la presentación de este estudio (MIA-P) se da cumplimiento a lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, para solicitar ante la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso del suelo. Mediante las medidas de mitigación y control que se plantean en este estudio así como la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental se atenderán los aspectos de prevención de la contaminación del agua, en materia de ruido, manejo de residuos y la prevención de la contaminación de suelos, entre otros.*

### **Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA)**

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (REIA), señala en su artículo 5, Fracciones L y O, que se requerirá previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental cuando:

#### **Fracción L:**

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;

#### **Fracción O:**

I. ....;



- II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Mediante la presentación de esta MIA-P se da cumplimiento a lo estipulado en el REIA, para solicitar ante la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental, en virtud de que se describen las obras y las actividades a realizar, así como los impactos negativos que las mismas generarán y las medidas de mitigación, de restauración y de compensación que serán realizadas.*

### **Ley General de Vida Silvestre**

En el **Artículo 18** se señala que los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos 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.

El **Artículo 58** corresponde a las especies y poblaciones en riesgo. Previo al inicio de los trabajos del proyecto por lo que habrán de llevarse a cabo las tareas de protección de individuos de fauna.

El **Artículo 106** aclara que, 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

Cap. IV Pág. **93** de **311**



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 su Reglamento.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*En este estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para el rescate y reproducción de especies de flora con estatus en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y para el caso de la fauna silvestre, se proponen las medidas de protección, rescate y/o ahuyentamiento, con énfasis especial a las especies de lento desplazamiento.*

### **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

Debido a la presencia de recursos forestales en la zona, el proyecto deberá sujetarse al cumplimiento de lo señalado en el **Artículo 117** de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que señala que la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, 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.

El **Artículo 118** hace mención de que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo Forestal Mexicano (FFM), por el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Mediante la presentación de este estudio se da cumplimiento a lo estipulado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, al solicitar ante la*

Cap. IV Pág. **94** de **311**



*SEMARNAT las autorizaciones en materia de Impacto Ambiental para el cambio de uso del suelo forestal, ya que se realiza en él, una detallada disertación técnica documentada sobre el cumplimiento de las 4 hipótesis que implica el dar cumplimiento al Artículo 117 de la Ley mencionadas para que se autorice el proyecto del ESTUDIO por excepción.*

*Así mismo, se tomará en cuenta lo relativo al depósito al Fondo Forestal Mexicano para la compensación de áreas afectadas, en caso de que el estudio sea autorizado. Se presentará el ETJ para el CUS en tiempo y forma.*

### **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable suscribe en el Artículo 120, que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá hacerlo mediante el formato que expida la SEMARNAT y que, junto con la solicitud deberá presentarse el **Estudio Técnico Justificativo (ETJ)**, al cual se sujeta el proyecto.

*En este caso se presenta el estudio (MIA-P), mediante el cual se da cumplimiento a lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, para solicitar ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia forestal que se indica, en el que se da una detallada disertación técnica sobre el cumplimiento de las 4 hipótesis que impone el ya mencionado Artículo 120 del Reglamento para que se autorice el proyecto por excepción.*

*El ETJ para el proyecto se presentara por separado en tiempo y forma.*

*Así mismo, se tomará en cuenta lo relativo al depósito al Fondo Forestal Mexicano para la compensación de áreas afectadas al momento de que el proyecto sea autorizado.*

### **Ley de Aguas Nacionales**



Los Artículos aplicables al proyecto en relación con la Ley de Aguas Nacionales (LAN) se describen a continuación:

En el **Artículo 7** de conformidad con las fracciones VI y VII de su artículo 7, es preponderante que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

En el **Artículo 86 bis 2** se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

En el **Artículo 96 bis 1** se menciona que las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por la Autoridad competente. La Comisión Nacional del Agua, con apoyo en el Organismo de Cuenca competente, intervendrá para que se instrumente la reparación del daño ambiental a cuerpos de agua de propiedad nacional causado por extracciones o descargas de agua, en los términos de esta Ley y sus Reglamentos.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*No obstante que los preceptos de ésta Ley no aplican al proyecto, la MIA-P presentada para su autorización contiene las acciones y obras que se plantea*

Cap. IV Pág. **96** de **311**



*en ellos para evitar la generación de azolves que puedan dañar los cuerpos de agua cercanos al sitio de interés, así como las medidas para evitar la contaminación por residuos peligrosos y sólidos municipales, ello, durante la vida útil del proyecto.*

### **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).**

Los Artículos aplicables al proyecto en relación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) se describen a continuación:

**Artículo 45.** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

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

El manejo y disposición de los desechos generados en el proyecto, deberán ser manejados por empresas que estén debidamente autorizadas por la SEMARNAT, para garantizar el cumplimiento de las disposiciones normativas.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Se aplicará el Programa de Vigilancia Ambiental para evitar con ello, la contaminación por residuos sólidos municipales y peligrosos,*

### **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLPGIR).**



En este ordenamiento se establecen las medidas para el manejo de los residuos peligrosos así como las medidas para la prevención de la contaminación de los suelos.

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Se aplicarán las medidas respectivas que la empresa propone implementar en la MIA-P, para la cantera, y con ello evitar la contaminación por residuos sólidos municipales y peligrosos,*

### **Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido.**

Este Reglamento tiene por objeto la regulación de la emisión contaminante de ruido proveniente de fuentes artificiales, y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982. Si bien la aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Salud, se debe tomar como referencia para la emisión de ruido generado durante el desarrollo del proyecto.

En el **Artículo 11** señala que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

El grado de molestia producido por la emisión de ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert modificada de 7 grados. Este grado de molestia será evaluado en un inverso estadístico representativo conforme a las normas correspondientes

**Artículo 29.-** Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).



<b>Peso Bruto vehicular</b>	<b>Hasta 3,000 Kg.</b>	<b>Más de 3,000 Kg. y hasta 10,000 Kg.</b>	<b>Más de 10,000 Kg.</b>
Nivel Máximo Permisible dB (A)	79	81	84

La forma en la cual se dará cumplimiento a estas disposiciones se describe a continuación:

*Los valores anteriores serán medidos a 15 m de distancia de la fuente por el método dinámico de conformidad con la norma correspondiente. Así mismo se medirá el nivel de ruido perimetral.*

### **Ley de Preservación Ambiental del Estado de Colima**

Esta ley es una disposición ambiental que aplica en el estado de Colima y que se vincula al proyecto en la generación de residuos de manejo especial y en la basura doméstica.

La forma en la cual se le dará cumplimiento a las disposiciones de este ordenamiento se describe a continuación:

*Se pondrán contenedores de 50 litros en áreas estratégicas en operación del proyecto para que el personal que esté laborando deposite en ellos los residuos sólidos municipales. Dichos contenedores serán recogidos cada tercer día por personal de la empresa y trasladados para su disposición final. Su cumplimiento se efectuará a través de los recorridos de supervisión que se efectúen en todas las etapas de este proyecto.*

### **Ley de Residuos del Estado de Colima**

Debido a que el proyecto generará diferentes tipos de residuos, incluido los considerados como no peligrosos, este se vincula con la Ley de residuos del estado de Colima.



La forma en la cual se le dará cumplimiento a las disposiciones de este ordenamiento se describe a continuación:

*Se pondrán tambos de 200 litros en áreas estratégicas en operación del proyecto para que el personal que esté laborando deposite en ellos los residuos sólidos municipales. Dichos tambos serán recogidos cada tercer día por personal de la empresa y trasladados a la planta para ser depositados en el relleno sanitario. Su cumplimiento será efectuado a través de los recorridos de supervisión.*

### **CONCLUSIÓN:**

**Del análisis vinculatorio del proyecto con los ordenamientos aplicables, es evidente que el desarrollo del mismo no se contrapone, ni contraviene a ordenamiento alguno, implementándose además, en la MIA-P que se presenta, las medidas preventivas, de mitigación y restauración que dichos ordenamientos obligan al proyecto.**



<b><u>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.</u></b> .....	<b>106</b>
<b><u>IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.</u></b> .....	<b>106</b>
<b><u>IV.2. ASPECTOS ABIÓTICOS.</u></b> .....	<b>108</b>
<u>a) Clima.</u> .....	108
<u>b) Hidrología</u> .....	111
<u>c) Fisiografía y morfología.</u> .....	124
<u>d) Geología</u> .....	128
<u>e) Suelos.</u> .....	134
.....	143
<b><u>IV.3. ASPECTOS BIOTÍCOS</u></b> .....	<b>147</b>
<u>a) Vegetación</u> .....	147
<b><u>COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL PROYECTO</u></b> .....	<b>179</b>
<b><u>IV.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO.</u></b> .....	<b>219</b>



## Indice de figuras

<a href="#">Figura 1 Sistema Ambiental (Cuenca Hidrológico-Forestal Tepames)</a> .....	107
<a href="#">Figura 2 Precipitación Media Mensual Estación Tepames</a> .....	109
<a href="#">Figura 3 Distribución de climas en la CHF</a> .....	111
<a href="#">Figura 4 Ubicación del predio y cuenca en Region Hidrológica RH 16 A</a> .....	112
<a href="#">Figura 5 Hidrología de la CHF</a> .....	114
<a href="#">Figura 6 Orden de corrientes en la CHF</a> .....	116
<a href="#">Figura 7 Índice de Vegetación Normalizado</a> .....	120
<a href="#">Figura 8 Acuíferos dentro de la CHF (Conagua 2010):</a> .....	123
<a href="#">Figura 9 Regiones fisiográficas en el estado de Colima</a> .....	124
<a href="#">Figura 10 Imagen landsat 8 (Enero 2017) Bandas 3,4 y 5</a> .....	125
<a href="#">Figura 11 Distribución de la superficie por rangos de altura</a> .....	126
<a href="#">Figura 12 Plano hipsométrico de la CHF</a> .....	127
<a href="#">Figura 13 Geología general de la CHF</a> .....	130
<a href="#">Figura 14 Regiones sísmicas en la República Mexicana</a> .....	133
<a href="#">Figura 15 Tipos de Suelo en la CHF</a> .....	135
<a href="#">Figura 16 Proceso de generación de imágenes raster utilizadas para estimar la erosión de la CHF</a> .....	137
<a href="#">Figura 17 Estimación del parámetro LS (Factor de Grado y Longitud de la Pendiente)</a> .....	141
<a href="#">Figura 18. Valores del factor C a partir del Índice de Vegetación Normalizado</a> .....	143
<a href="#">Figura 19 Estimación de erosión en la CHF</a> .....	145
<a href="#">Figura 20 Uso del suelo y vegetación</a> .....	148
<a href="#">Figura 21 Ubicación de sitios de muestreo en la CHF</a> .....	161
<a href="#">Figura 22. Índice de valor de importancia de las especies en la microcuenca</a> .....	165
<a href="#">Figura 23. Índice de valor de importancia de las especies en la microcuenca</a> .....	171
<a href="#">Figura 24. Estrato herbáceo de la microcuenca</a> .....	175
<a href="#">Figura 25. Densidad especies herbáceas en la microcuenca</a> .....	176
<a href="#">Figura 26 Ubicación de unidades de muestreo en el polígono de proyecto</a> .....	178
<a href="#">Figura 27. Densidad total de especies en selva baja caducifolia</a> .....	179
<a href="#">Figura 28. Estrato arbóreo en el área del proyecto</a> .....	180
<a href="#">Figura 29. Valor de importancia estrato arbustivo selva baja caducifolia</a> .....	188
<a href="#">Figura 30. Densidad especies herbáceas en la microcuenca</a> .....	191
<a href="#">Figura 31. Forma de identificación de aves mediante transectos</a> .....	198
<a href="#">Figura 32. Anfibios Las redes de niebla pasan casi desapercibidas en el hábitat, por lo que logran atrapar con mucho éxito las aves que quedan enredadas al vuelo</a> .....	198
<a href="#">Figura 33. Identificación de especies mediante huellas y excretas</a> .....	199
<a href="#">Figura 34. Porcentaje de especies por grupo de vertebrados identificados</a> .....	201
<a href="#">Figura 35. Porcentaje de endemismos por grupo de vertebrados identificados</a> .....	202
<a href="#">Figura 36. Porcentaje de especies por grupo de vertebrados identificados en el sitio del proyecto</a> .....	210
<a href="#">Figura 37. Porcentaje de especies endémicas por grupo de vertebrados identificados en el sitio del proyecto</a> .....	211
<a href="#">Figura 38. Especies protegidas por grupo de vertebrados</a> .....	212



<a href="#"><u>Figura 39. Comparación entre el la diversidad faunística de la microcuenca y el sitio del proyecto.....</u></a>	<a href="#"><u>217</u></a>
<a href="#"><u>Figura 40. Comparación de la cantidad de especies endémicas presentes en la microcuenca y el sitio del proyecto. ....</u></a>	<a href="#"><u>218</u></a>
<a href="#"><u>Figura 41. Comparación de la cantidad de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en la microcuenca y el sitio del proyecto. ....</u></a>	<a href="#"><u>218</u></a>
<a href="#"><u>Figura 42. Tamaño de población 2005-2010 municipio de Colima .....</u></a>	<a href="#"><u>220</u></a>
<a href="#"><u>Figura 43. Población total que habla lengua indígena.....</u></a>	<a href="#"><u>221</u></a>
<a href="#"><u>Figura 44. Posición de Rezago a nivel municipal de las localidades en cuestión según datos del INEGI .....</u></a>	<a href="#"><u>223</u></a>
<a href="#"><u>Figura 45. Indicadores de Marginación social en el municipio.....</u></a>	<a href="#"><u>225</u></a>
<a href="#"><u>Figura 46. Tipos de carretera en el municipio de Colima.....</u></a>	<a href="#"><u>227</u></a>
<a href="#"><u>Figura 47. Distribución sectorial de la economía en el municipio de Colima 2010. Fuente: Cuentas Nacional y Censo Económico del INEGI.....</u></a>	<a href="#"><u>228</u></a>
<a href="#"><u>Figura 48. Población Ocupada en los Sectores Económicos Cd Colima- Villa de Álvarez 2015. Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI (3er Trim.) .....</u></a>	<a href="#"><u>230</u></a>
<a href="#"><u>Figura 49. Producción agrícola del municipio en el año 2010. ....</u></a>	<a href="#"><u>231</u></a>
<a href="#"><u>Figura 50. Unidades de producción de ganado. ....</u></a>	<a href="#"><u>231</u></a>



## Lista cuadros

<a href="#"><u>Cuadro 1. Características de los tipos de clima en la CHF</u></a> .....	109
<a href="#"><u>Cuadro 2. Normales Climatológicas (Estación Tepames)</u></a> .....	110
<a href="#"><u>Cuadro 3. Atributos de la CHF</u></a> .....	113
<a href="#"><u>Cuadro 4. Longitud de corrientes por tipo y orden</u></a> .....	115
<a href="#"><u>Cuadro 5. Valores estimados del valor de NDVI para la CHF</u></a> .....	119
<a href="#"><u>Cuadro 6. Superficie por rangos de altura en la CHF</u></a> .....	126
<a href="#"><u>Cuadro 7. Tipos de rocas en la CHF</u></a> .....	129
<a href="#"><u>Cuadro 8. Superficie por tipo de suelo en la CHF</u></a> .....	134
<a href="#"><u>Cuadro 9. Coeficientes de erodabilidad de acuerdo al tipo de suelo</u></a> .....	139
<a href="#"><u>Cuadro 10. Valores del factor C a partir del Índice de Vegetación Normalizado</u></a> .....	142
<a href="#"><u>Cuadro 11. Superficie por rango de erosión estimado en la CHF</u></a> .....	146
<a href="#"><u>Cuadro 12. Uso del suelo y vegetación en la CHF</u></a> .....	147
<a href="#"><u>Cuadro 13. Superficie por tipo de zonificación</u></a> .....	149
<a href="#"><u>Cuadro 14. Coordenadas de las unidades de muestreo en la CHF</u></a> .....	160
<a href="#"><u>Cuadro 15. Tamaño y forma de unidades de muestreo</u></a> .....	160
<a href="#"><u>Cuadro 16. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson</u></a> .....	163
<a href="#"><u>Cuadro 17. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbustivo por especie</u></a> .....	172
<a href="#"><u>Cuadro 18. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson</u></a> .....	176
<a href="#"><u>Cuadro 19. Coordenadas UTM Wgs84 de las unidades de muestreo</u></a> .....	177
<a href="#"><u>Cuadro 20. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbóreo por especie</u></a> .....	183
<a href="#"><u>Cuadro 21. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson</u></a> .....	187
<a href="#"><u>Cuadro 22. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbustivo por especie</u></a> .....	189
<a href="#"><u>Cuadro 23. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson</u></a> .....	190
<a href="#"><u>Cuadro 24. Comparación de índices de diversidad (estrato arbóreo) de la Microcuenca y el Sitio de proyecto</u></a> .....	193
<a href="#"><u>Cuadro 25. Resumen de los vertebrados identificados dentro de la microcuenca</u></a> .....	200
<a href="#"><u>Cuadro 26. Índice de Shannon-Wiener</u></a> .....	203
<a href="#"><u>Cuadro 27. Anfibios dentro de la microcuenca</u></a> .....	204
<a href="#"><u>Cuadro 28. Aves dentro de la microcuenca</u></a> .....	204
<a href="#"><u>Cuadro 29. Mamíferos dentro de la microcuenca</u></a> .....	207
<a href="#"><u>Cuadro 30. Reptiles dentro de la microcuenca</u></a> .....	208
<a href="#"><u>Cuadro 31. Resumen de vertebrados identificados en el sitio del proyecto</u></a> .....	210
<a href="#"><u>Cuadro 32. Índice de Shannon-Wiener</u></a> .....	212
<a href="#"><u>Cuadro 33. Anfibios dentro del sitio del proyecto</u></a> .....	213
<a href="#"><u>Cuadro 34. Aves dentro del sitio del proyecto</u></a> .....	213
<a href="#"><u>Cuadro 35. Mamíferos dentro del sitio del proyecto</u></a> .....	215
<a href="#"><u>Cuadro 36. Reptiles dentro del sitio del proyecto</u></a> .....	215
<a href="#"><u>Cuadro 37. Tasa de migración del Municipio</u></a> .....	222



<u><a href="#">Cuadro 38. Indicadores de Rezago Social en el municipio de Colima.....</a></u>	<u><a href="#">223</a></u>
<u><a href="#">Cuadro 39. Perfil Productivo del Medio Rural 2011 en el Municipio de Colima 2009 Fuente: Planes Rectores de Producción en Microcuencas 2011. ....</a></u>	<u><a href="#">232</a></u>



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

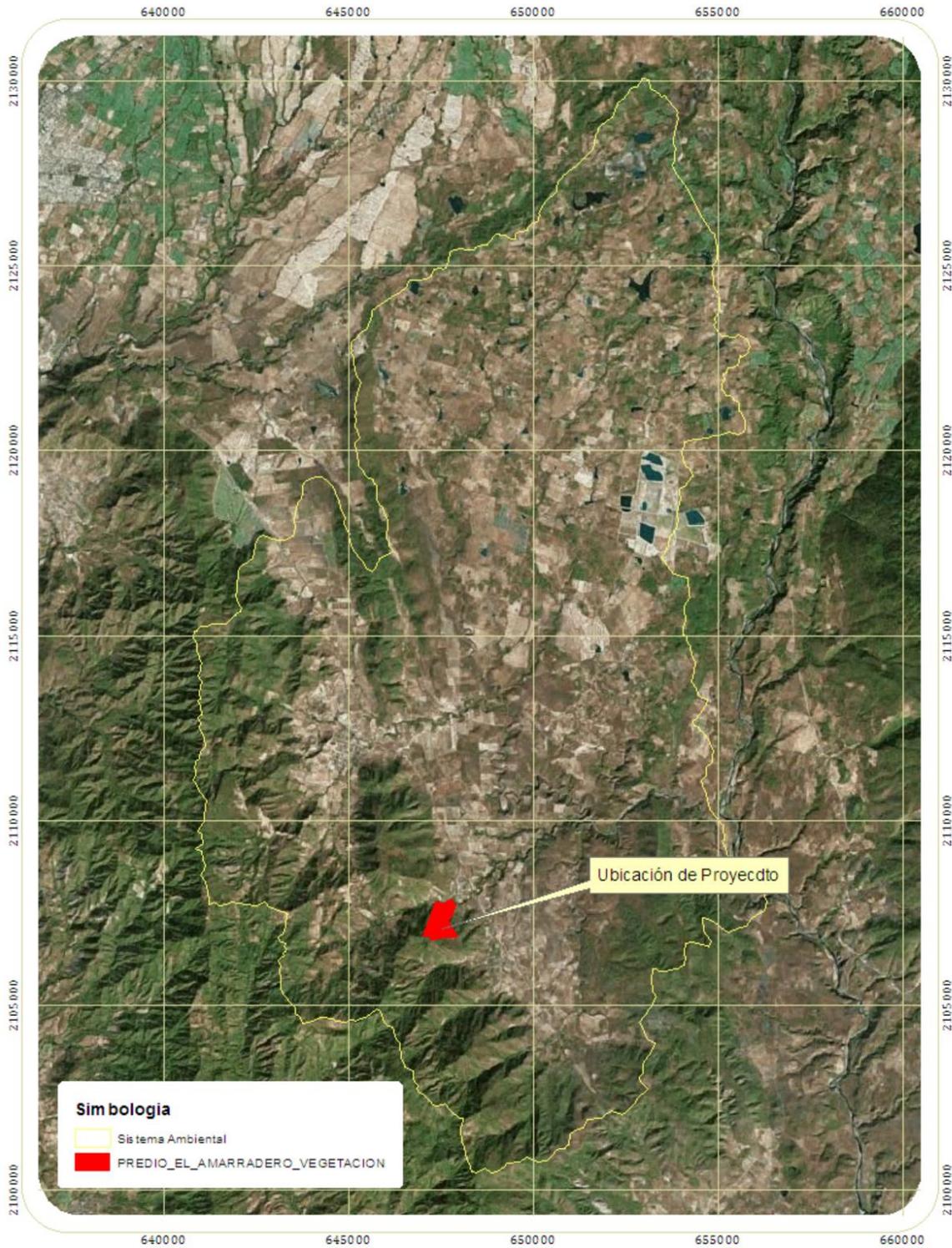
### IV.1. Delimitación del área de estudio.

El **Sistema Ambiental (SA)** fue delimitado considerando la **Cuenca Hidrológica Forestal (CHF)** como unidad de análisis y se considero el tipo de vegetación, la morfología, “Unidades de Gestión Ambiental” (UGA’s) del Plan de Ordenamiento donde se encuentra el proyecto y apoyado en el modelo de elevación digital (INEGI, 2012).

Como resultado se obtuvo la delimitación de la Cuenca Hidrológico-Forestal (CHF) denominada “**Tepames**” con una superficie de 27,184.5 ha. La parte media alta se encuentra dominado por zonas de cultivo y colinda en el sur y suroeste con parte de lomeris que forman parte del inicio de la Sierra Madre del Sur. Para efectos de este estudio se referirá al **SA** como sinónimo de “Cuenca Hidrológica Forestal” o CHF.



Figura 19 Sistema Ambiental (Cuenca Hidrológico-Forestal Tepames).





## **Caracterización y análisis del sistema ambiental**

Para la ubicación y descripción ambiental, se tomó información de las cartas Topográfica, Edafológica, Geológica de INEGI -1981- Escala 1: 250,000, con la clave E1302 "Colima". Adicional en los diferentes apartados se utiliza el modelo de elevación digital con resolución de 15 m por pixel y los datos vectoriales de la red hidrográfica versión 2.0.

También se recurrió a la revisión bibliográfica sobre el clima, la vegetación y la fauna. Adicionalmente se realizó un inventario de campo para tomar información y observaciones necesarias para la caracterización ambiental.

### **IV.2. Aspectos abióticos.**

#### a) Clima.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, en la CHFse presentan dos tipos de clima, Awo y Aw1.

Los climas cálido húmedo Aw0 se presenta en las áreas con menor pendiente y asociado a uso agropecuario en tanto el Aw1 se encuentra en las partes de lomeríos.

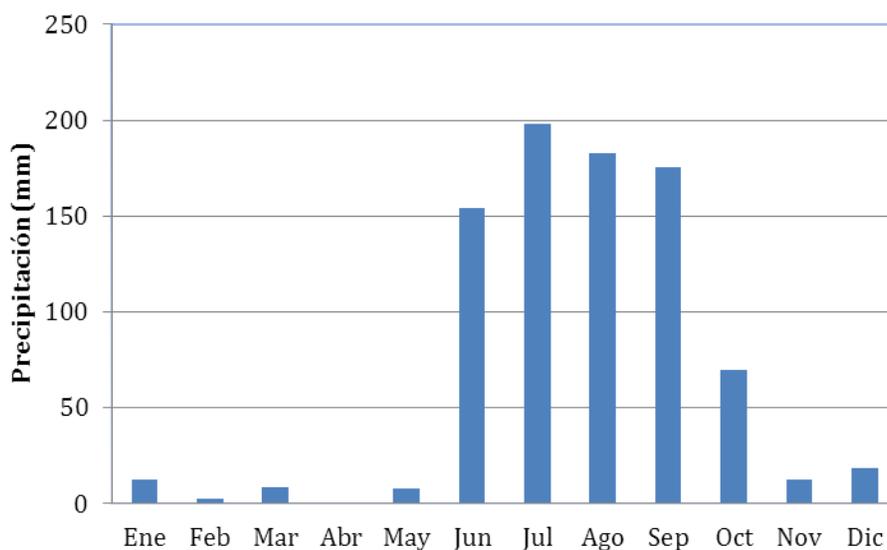


**Cuadro 10. Características de los tipos de clima en la CHF**

Clima tipo	Temperatura	Precipitación	Superficie (ha)
Awo	Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C.	Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con indice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	22,151.38
Aw1	Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C.	Precipitacion del mes mas seco menor de 60 mm; lluvias de verano con indice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	5,033.12

27,184.50

**Figura 20 Precipitación Media Mensual Estación Tepames**



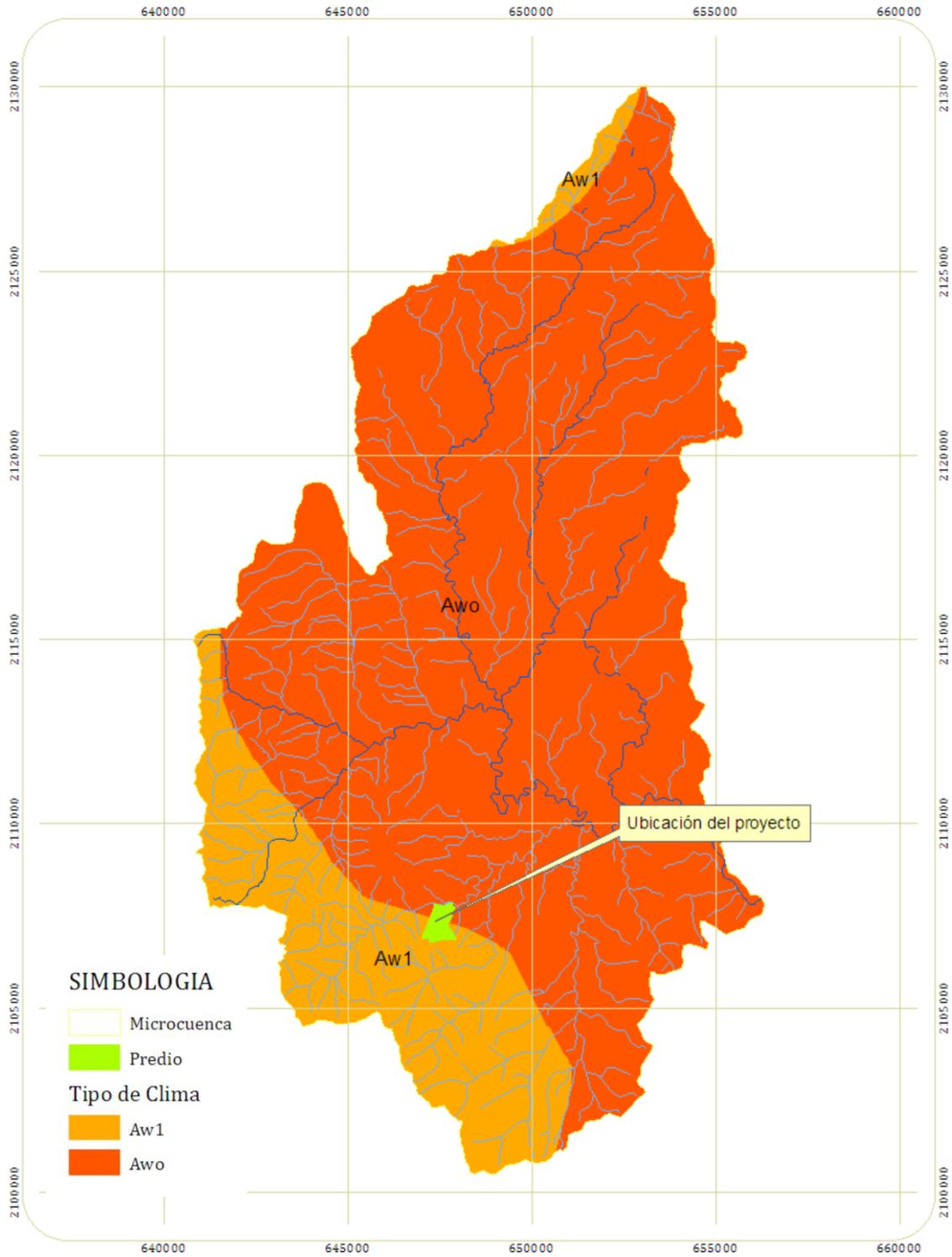


Cuadro 11. Normales Climatológicas (Estación Tepames)

NORMALES CLIMATOLÓGICAS																	
ESTADO DE:	COLIMA											PERIODO:	1951-2010				
ESTACION:	00006024 TEPAMES (SMN)											LATITUD:	19°05'58" N.	LONGITUD:	103°37'13" W.	ALTURA:	465.0 MSNM.
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL				
<b>TEMPERATURA MAXIMA</b>																	
NORMAL	34.2	33.7	35.3	35.5	35.5	34.5	33.8	33.6	33.8	32.7	33.7	33.1	34.1				
MAXIMA MENSUAL	35.6	36.4	37.2	36.4	38.4	36.5	36.7	35.5	36.7	34.7	36.1	36.7					
AÑO DE MAXIMA	1972	1973	1970	1966	1966	1965	1970	1971	1970	1965	1965	1970					
MAXIMA DIARIA	39.5	39.5	39.5	40.0	40.0	40.5	39.5	39.5	39.5	37.0	39.5	39.5					
FECHA MAXIMA DIARIA	28/1970	27/1971	10/1965	24/1966	23/1966	07/1965	03/1970	22/1972	22/1970	18/1965	08/1970	01/1970					
AÑOS CON DATOS	10	9	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10					
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>																	
NORMAL																	
AÑOS CON DATOS																	
<b>TEMPERATURA MINIMA</b>																	
NORMAL																	
MINIMA MENSUAL																	
AÑO DE MINIMA																	
MINIMA DIARIA																	
FECHA MINIMA DIARIA																	
AÑOS CON DATOS																	
<b>PRECIPITACION</b>																	
NORMAL	12.8	2.6	8.5	0.7	7.8	153.9	197.8	182.6	175.3	69.4	12.5	18.5	842.4				
MAXIMA MENSUAL	171.0	30.0	196.5	15.9	78.0	348.0	570.5	369.5	419.0	329.5	112.0	132.0					
AÑO DE MAXIMA	1967	1968	1968	1959	1956	1966	1971	1969	1968	1969	1972	1963					
MAXIMA DIARIA	50.0	22.0	140.0	9.0	47.0	160.0	90.2	96.3	133.1	277.0	46.5	90.0					
FECHA MAXIMA DIARIA	12/1967	11/1968	04/1968	17/1959	27/1956	05/1972	25/1961	16/1960	11/1951	03/1969	02/1958	13/1963					
AÑOS CON DATOS	24	22	24	23	24	23	24	24	24	24	22	23					
<b>EVAPORACION TOTAL</b>																	
NORMAL																	
AÑOS CON DATOS																	
<b>NUMERO DE DIAS CON LLUVIA</b>																	
NORMAL	0.7	0.2	0.3	0.3	1.0	9.5	14.0	12.3	11.3	4.8	1.0	0.9	56.3				
AÑOS CON DATOS	24	22	24	23	24	23	24	24	24	24	22	23					
<b>NIEBLA</b>																	
NORMAL	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.1	0.7	0.3	0.0	2.2				
AÑOS CON DATOS	24	22	24	23	24	23	24	24	24	24	22	23					
<b>GRANIZO</b>																	
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1				
AÑOS CON DATOS	24	22	24	23	24	23	24	24	24	24	22	23					
<b>TORMENTA E.</b>																	
NORMAL	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	1.9	2.8	3.0	2.2	0.8	0.2	0.1	11.5				
AÑOS CON DATOS	24	22	24	23	24	23	24	24	24	24	22	23					



Figura 21 Distribución de climas en la CHF.





La CHF forma parte de la Región Hidrológica No. 16, (Río Armería\_Coahuayana) Subcuenca Subcuenca A (río Coahuayana). La superficie de la CHF Madrid-Salada como se indico anteriormente tiene una superficie de 27,184.5 ha.ha (Figura 4).

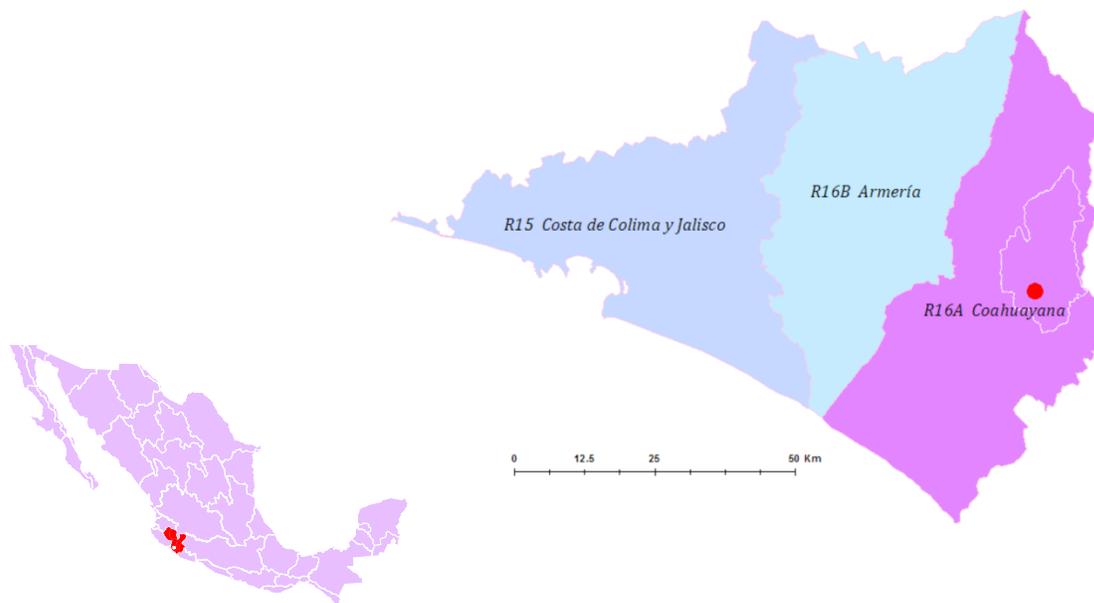
*Nivel hidrológico*

*Clave y nombre:*

Región Hidrológica  
Cuenca Hidrológica  
Subcuenca Hidrológica  
CHF específica

RH – 16.  
"Armería - Coahuayana".  
B "Armería".  
"Tepames".

*Figura 22 Ubicación del predio y cuenca en Region Hidrológica RH 16 A*





### *Hidrología Superficial.*

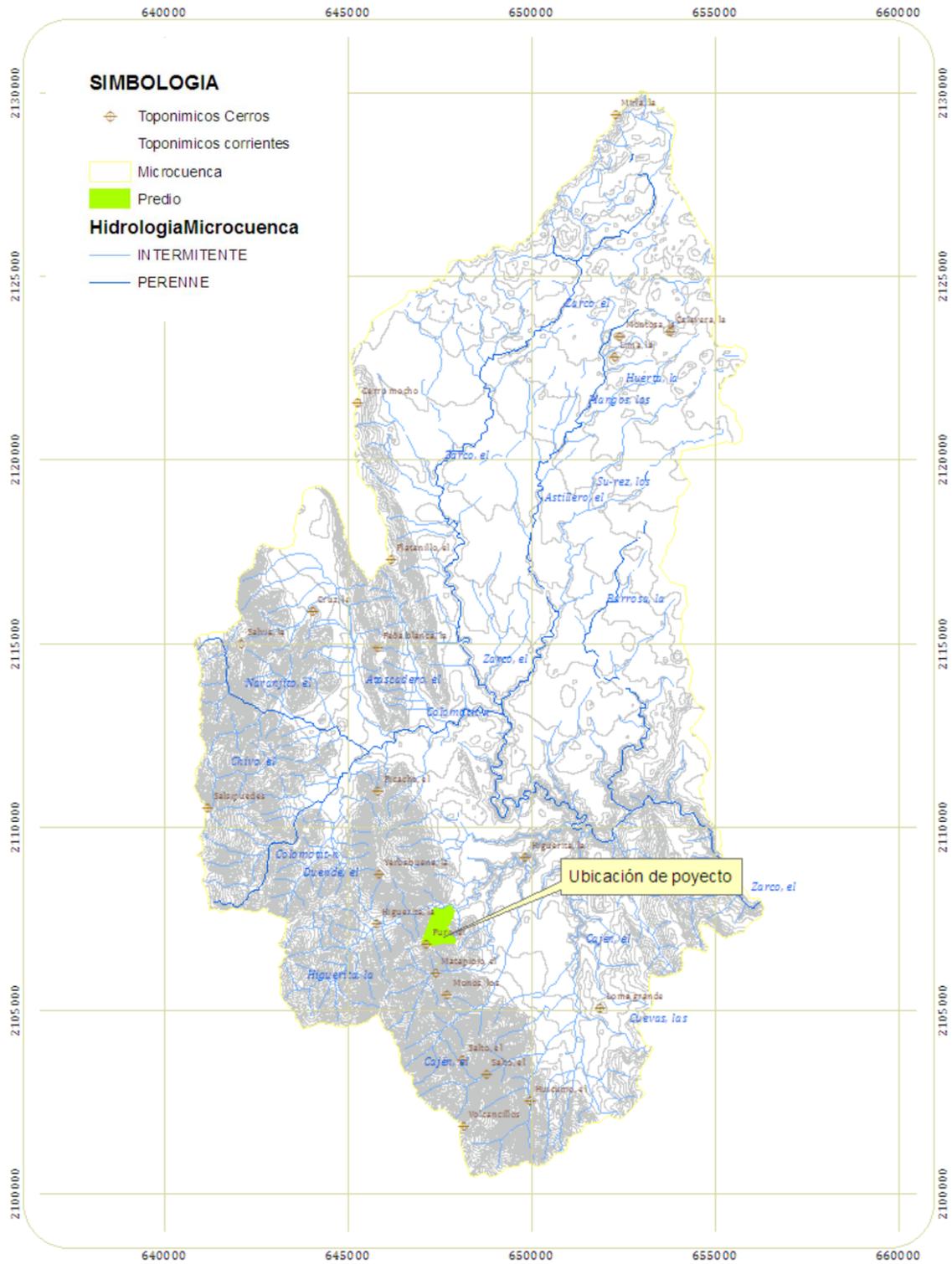
Está delimitada en su parte norte por el cerro “La Mirla”, al Noreste y este por el cerro “La Calavera”, sur por “C. El Huicumo”, Volcancillos y Los Monos”, en tanto que al oeste limita con el “C. Salsipuedes”. Los atributos de la CHF se presentan en el cuadro 3 y en la figura5 la hidrología superficial.

:  
*Cuadro 12. Atributos de la CHF.*

<i>Tipo</i>	Exorreica	
<i>Superficie</i>	27,184.50	Ha
<i>Perímetro</i>	94.92	Km
<i>Pendiente media</i>	19.67	%
<i>Precipitación Promedio Anual</i>	816.20	mm
<i>Altura máxima</i>	1,403.00	msnm
<i>Altura mínima</i>	226.00	msnm
<i>No orden</i>	5.00	
<i>Ancho</i>	12.40	Km
<i>Largo</i>	29.20	Km
<i>Longitud de corrientes</i>	504.74	Km
<i>Densidad de drenaje</i>	0.0186	Km/ha
<i>Coefficiente de Forma</i>	2.35	
<i>Coefficiente de compacidad (Kc)</i>	1.62	
<i>Coefficiente de escurrimiento</i>	0.07	
<i>Volumen estimado de captación</i>	221.880	Mm3
<i>Volumen estimado de escurrimiento</i>	14.58	Mm3
<i>Volumen estimado de infiltración</i>	2.22	Mm3



Figura 23 Hidrología de la CHF





La CHF es exorreica orientada de norte a sur. Se estima una pendiente media de 19.6 % con una altura máxima de 1403 msnm (cerro “Salsipuedes”) y una mínima de 226 msnm (Valle de Tepames).

El INEGI presenta estimaciones para el coeficiente de escurrimiento máximo del 10 a 20 %. Mediante una estimación ponderada por superficie se tiene un promedio de 7 % para una estimación del volumen total de escurrimiento en un rango de 14.58 millones de metros cúbicos anuales.

### Red de drenaje

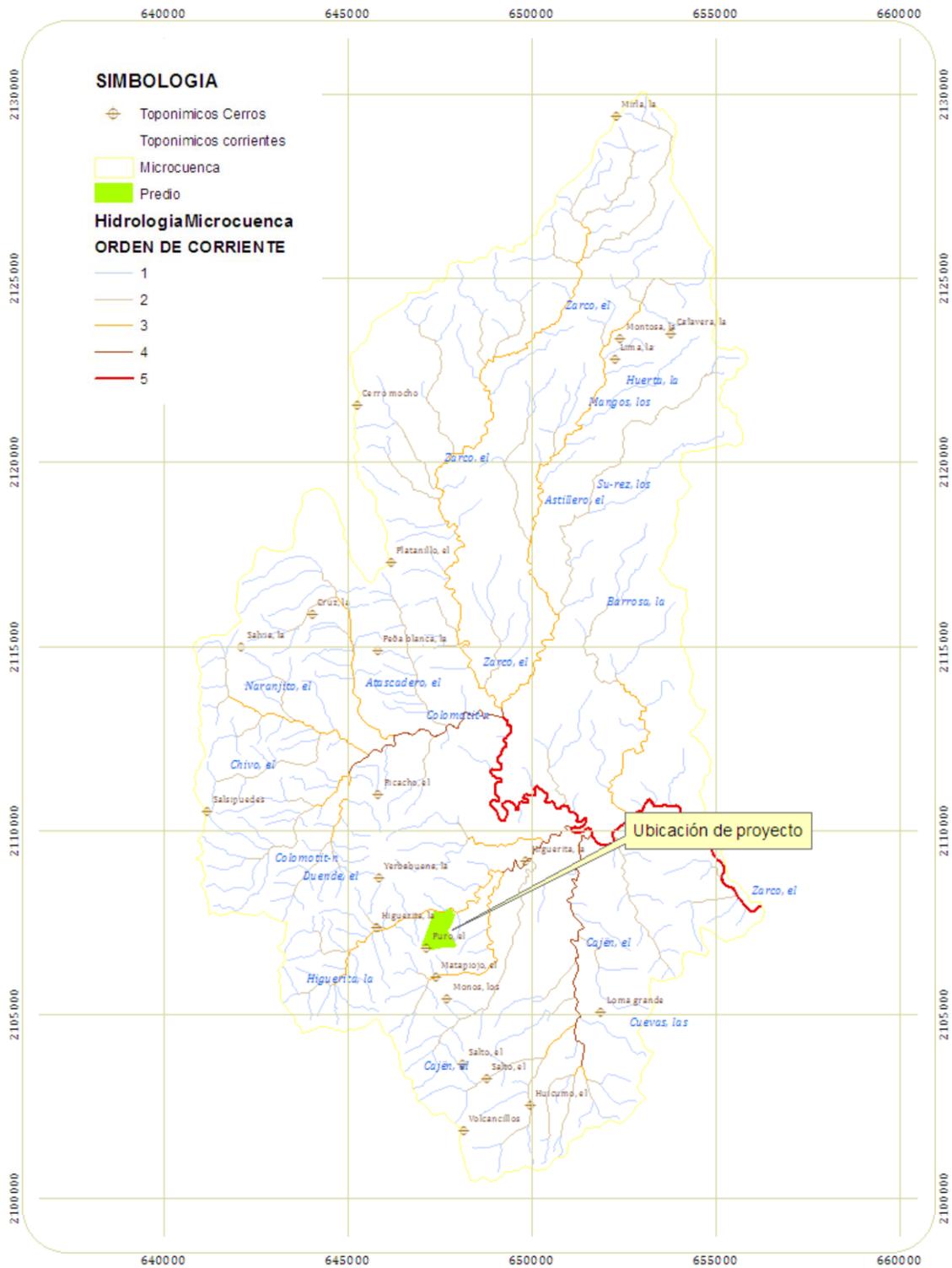
La longitud de escurrimientos estimada a partir de los vectoriales de la red hidrográfica de INEGI Ver. 2 (1:50 000) ES DE 504.74 kilómetros con una densidad de drenaje de 0.0186 km/ha (Cuadro 4 y figura 6).

*Cuadro 13. Longitud de corrientes por tipo y orden.*

Orden	Intermitente	Perenne	Total
1	281.64	6.41	293.29
2	89.77	11.82	105.93
3	24.86	44.57	70.27
4	11.47	6.13	17.61
5	-	17.64	17.64
<b>Total</b>	<b>407.74</b>	<b>86.58</b>	<b>504.74</b>



Figura 24 Orden de corrientes en la CHF





## Condiciones Hidrológicas

Las condiciones hidrológicas de la CHF de medias a buenas, ya que si bien la cobertura forestal es menor al 50 %, el uso agropecuario se realiza en la parte baja donde se no se observa que se tenga furetes problemas de erosión. Se mantiene una cobertura aceptable en la zona de lomeríos sin que se observen áreas grades deforestadas en las áreas de mayor pendiente. La agricultura y fruticultura se concentra en el área de terrenos que forman parte del valle de Tepames.

### ***Estimación de la Cobertura Vegetal.***

#### Metodología.

Con el objetivo de tener una evaluación de la cobertura vegetal en la CHFy por tanto ***un indicador de su condición hidrológica***, para las diferentes áreas de la CHF, se estimó el **Índice de Vegetación Normalizado** (NDVI por sus siglas en inglés) utilizando las bandas 4 y 5 de la imagen 2016 TM (Eneroo Landsat 8 (Procesadas con Idrisi Ver 16.05).

Este índice es un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal. A continuación, se hace una descripción de la metodología utilizada para calcular el NDVI en la CHF: los resultados obtenidos y su interpretación.

#### *Metodología para estimación del índice de cobertura*

Las capas saludables de la vegetación verde interactúan de manera distinta con la energía en las regiones **visible** e **infrarroja cercana** del espectro electromagnético. En las regiones visibles, los pigmentos de las plantas (principalmente la clorofila) causa una fuerte absorción de energía, principalmente para la realización de la fotosíntesis. Los picos de absorción están en las áreas rojos y azules del espectro visible, por lo tanto, producen la característica apariencia verde de la mayoría de las hojas. En la infrarroja cercana, en cambio, ocurre una interacción muy diferente. En esta región, la energía no es utilizada para la fotosíntesis, sino que es en gran medida dispersada por la estructura interna de la mayoría de las hojas, conduciendo a una reflectancia aparentemente muy alta en la zona



infrarroja cercana. Este fuerte contraste, entre la cantidad de energía reflejada en las regiones roja e infrarroja cercana del espectro electromagnético, ha ocupado el foco de atención para desarrollar índices cuantitativos de la condición de la vegetación usando imágenes de sensores remotos (Eastman. 2003)

El **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada** fue introducido por Rouse y colaboradores (1974) para producir un índice espectral que separa la vegetación verde del suelo. Éste se expresa como la diferencia entre las bandas infrarrojas cercanas y roja normalizada por la suma de esas bandas. Este es el índice más utilizado porque retiene la bondad de minimizar los efectos topográficos y a su vez producir una escala de medida lineal. Además, se reducen en gran medida los errores de división por cero. Más aún, la escala de medida posee la apreciada propiedad de oscilar de -1 a 1 con el 0 representando el valor aproximado de la falta de vegetación.

*Entonces, los valores negativos o cero, representan áreas sin cobertura. El contraste entre la vegetación y el agua es también aparente en esta región del espectro. En la banda del rojo visible, la vegetación tiende a ser más oscura que las zonas erosionadas y que las construcciones que tienden a ser blancas o iluminadas (Eastman 2003).*

El índice se calcula de la siguiente manera utilizando las bandas 4 (rojo) y 5 (infrarrojo cercano) de la imagen Landsat 8:

$$NDVI = \frac{R_{inf} - R_{rojo}}{R_{inf} + R_{rojo}}$$

**Dónde:**

**R<sub>inf</sub>:** Valor de la reflectancia en la banda infrarroja (Canal 5 Landsat 8 TM).

**R<sub>rojo</sub>:** Valor de la reflectancia en la banda roja (Canal 4 Landsat 8 TM).

Para la obtención del NDVI se utilizó el programa IDRISI 16.05 (Ver. Selva), mediante el módulo de estimación del NDVI. Para la estimación de la media y rangos máximo y mínimo en la CHF y el área del proyecto se realizó mediante Arcmap 10 (*Tools/Spatial analyst /Zonal Statistics*) que extrae y presenta en una tabla de valores a partir de la imagen raster del NDVI y de los polígonos shape (CHF y del proyecto para nuestro caso).



## Resultados

Lás áreas con menor cobertura son las zonas urbanas (Tepames) y LA zona de cultivos anuales en la parte media de la CHF

El índice de vegetación para la CHF va de - 0.25 en las zonas sin cobertura vegetal hasta 0.53 en los terrenos parte de lomeríos al sur de la CHF. El promedio del índice de vegetación normalizado es de 0.344 (*Cuadro 14. Valores estimados del valor de NDVI para la CHF*).

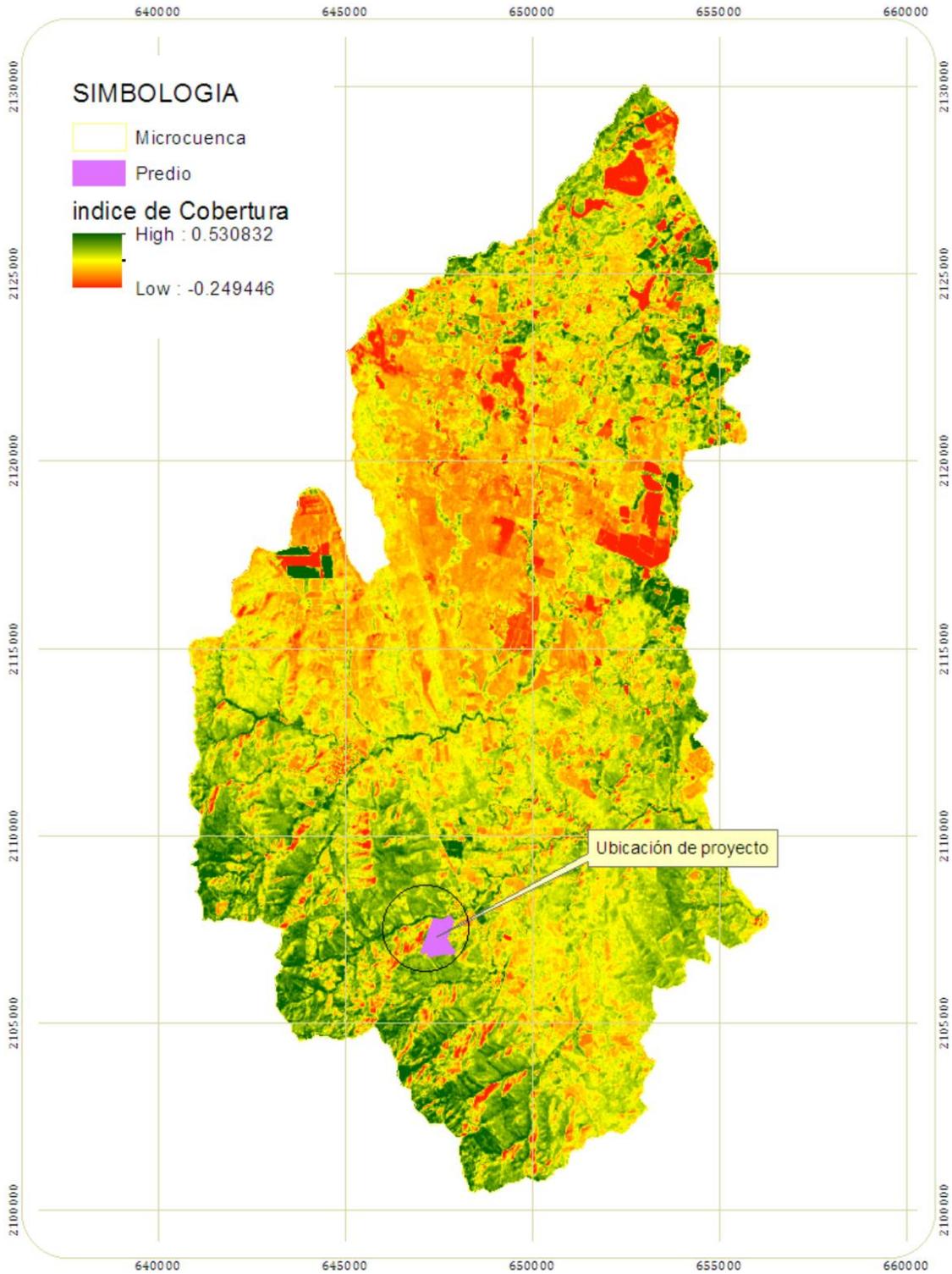
*Cuadro 14. Valores estimados del valor de NDVI para la CHF*

Estadístico	Estimación
Mínimo	-0.25
Máximo	0.53
Rango	0.78
Media	0.25
Des. Estándar	0.07

Tomando en cuenta los criterios de calificación de la condición hidrológica de una CHF de acuerdo a su cobertura, se considera que la condición de la CHF se encuentra en condición regular ya que la cobertura promedio es menor a 0.4 (Figura 7)



Figura 25 Índice de Vegetación Normalizado





### *Hidrología subterránea*

La CHF se encuentra sobre el acuífero Alzada-Tepames (Figura 8).

#### Disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Alzada-Tepames, Estado de Colima

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, de acuerdo con la expresión se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA

$$DAS = R_t - DNCOM - VCAS (3)$$

$$DAS = 24.4 - 9.3 - 5.525358$$

$$DAS = 9.574662 \text{ hm}^3/\text{año.}$$

El resultado indica que existe actualmente un volumen de 9'574,662 m<sup>3</sup> anuales disponibles para otorgar nuevas concesiones sin impactar el almacenamiento no renovable del acuífero.



La información para el acuífero e índice de disponibilidad es:

Clave del acuífero	0615
Superficie	58,433 ha
Disponibilidad media anual de agua subterránea	3.11 Mm <sup>3</sup>
Descarga natural comprometida	9.3 Mm <sup>3</sup>
Recarga total media anual	24.4 Mm <sup>3</sup>
Déficit	0.000 (Muy Bueno )

Se puede concluir que el proyecto se encuentra en una zona de baja fragilidad en relación a la disponibilidad de agua.



Figura 26 Acuíferos dentro de la CHF (Conagua 2010):





### c) Fisiografía y morfología

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana, elaborada por el INEGI en 1981, el área del presente estudio se encuentra dentro de la **Provincia XII “Sierra Madre del Sur”** en la **Subprovincia Cordillera Costera del Sur** (Figura 9).

La subprovincia de la cordillera costera del sur abarca la porción centro-oriental del territorio del estado de Colima y se caracteriza por presentar un sistema de topofomas de sierras escarpadas paralelas y valles intermontanos, con orientación norte-sur y norte-oeste. Las elevaciones de este sistema accidentado son de 300 a 1,450 msnm, con el cual forman las serranías orientales de Colima.

El predio y el proyecto se encuentran en la zona de lomeríos en los límites con la zona de la Salada (Figura 9 y 10).

*Figura 27 Regiones fisiográficas en el estado de Colima*

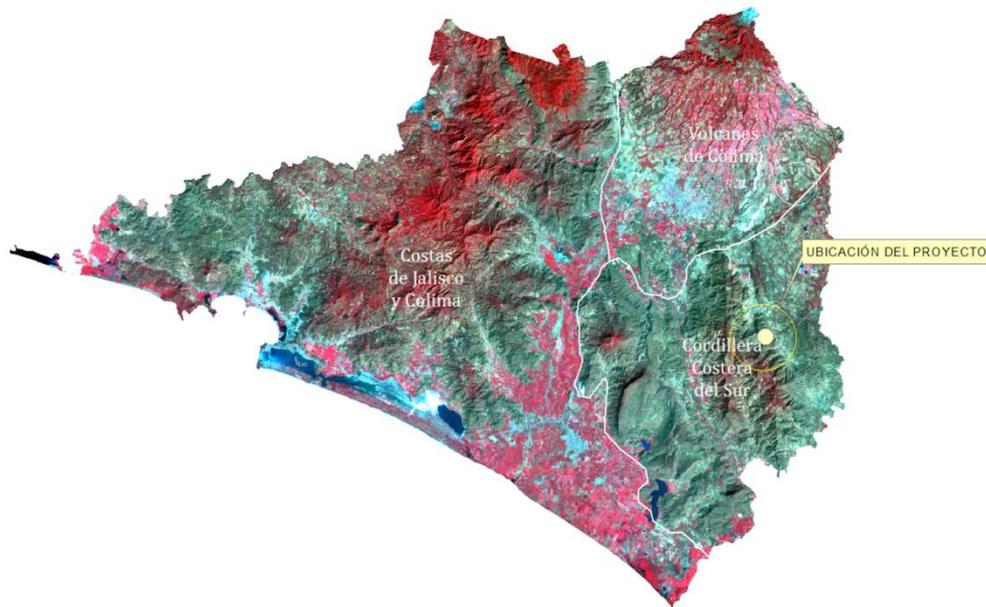
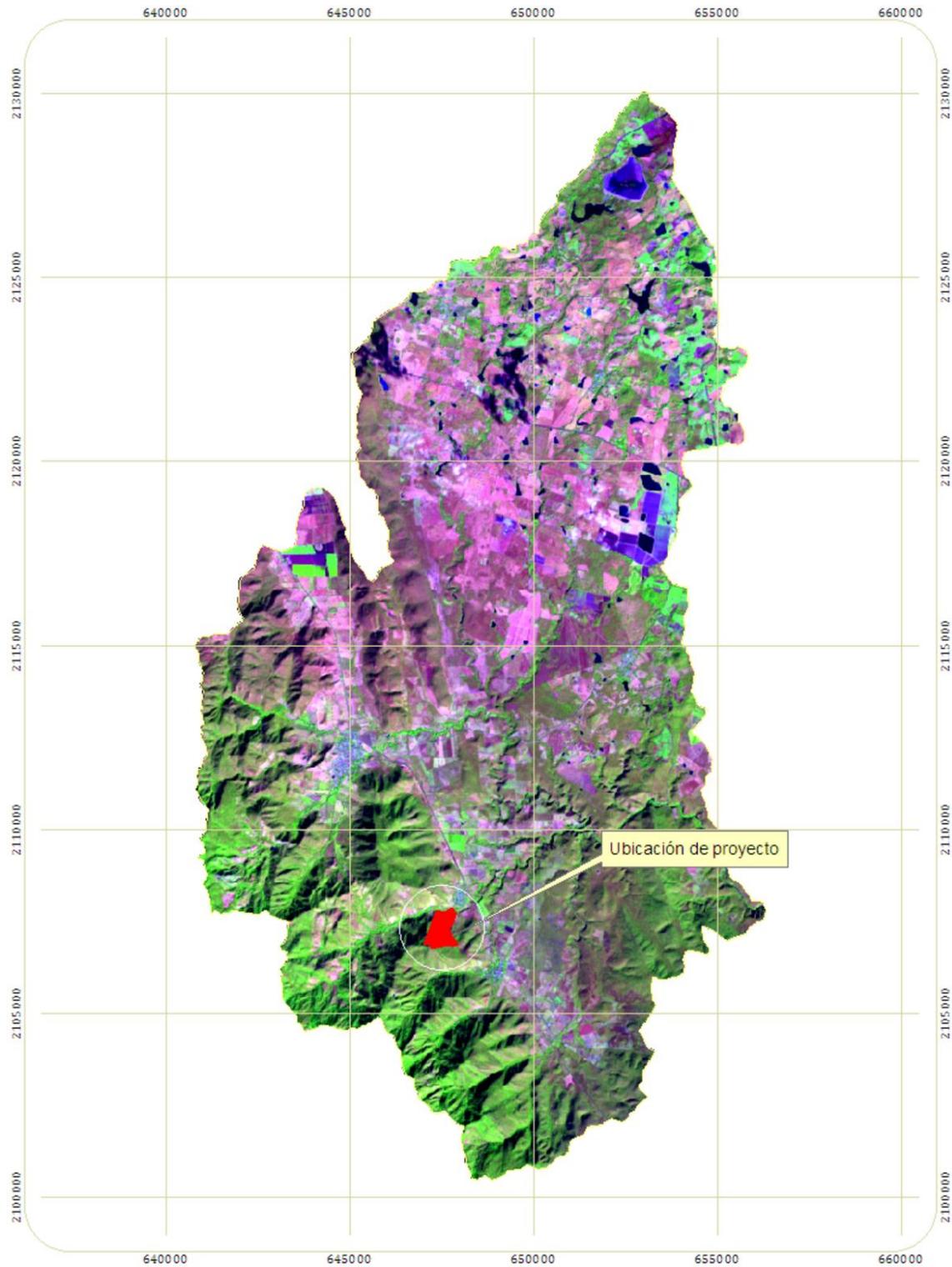




Figura 28 Imagen landsat 8 (Enero 2017) Bandas 3,4 y 5





La altura de la CHF va de los 226 msnm a los 1403 msnm con la mayor parte entre un rango menor a 300 msnm (Cuadro IV.2.6, figura 11 y 1211).

*Cuadro15. Superficie por rangos de altura en la CHF*

Rango de altura	Superficie	%
200 a 300	169.21	0.62%
300 a 400	1,295.28	4.76%
400 a 500	8,090.50	29.76%
500 a 600	9,817.23	36.11%
600 a 700	3,383.10	12.44%
700 a 800	1,407.48	5.18%
800 a 900	1,143.26	4.21%
900 a 1000	911.02	3.35%
1000 a 1100	476.18	1.75%
1100 a 1200	313.22	1.15%
1200 a 1300	152.04	0.56%
1300 a 1400	25.83	0.10%
1400 a 1500	0.11	0.0004%
<b>Total</b>	<b>27,184.56</b>	<b>100.00%</b>

*Figura 29 Distribución de la superficie por rangos de altura*

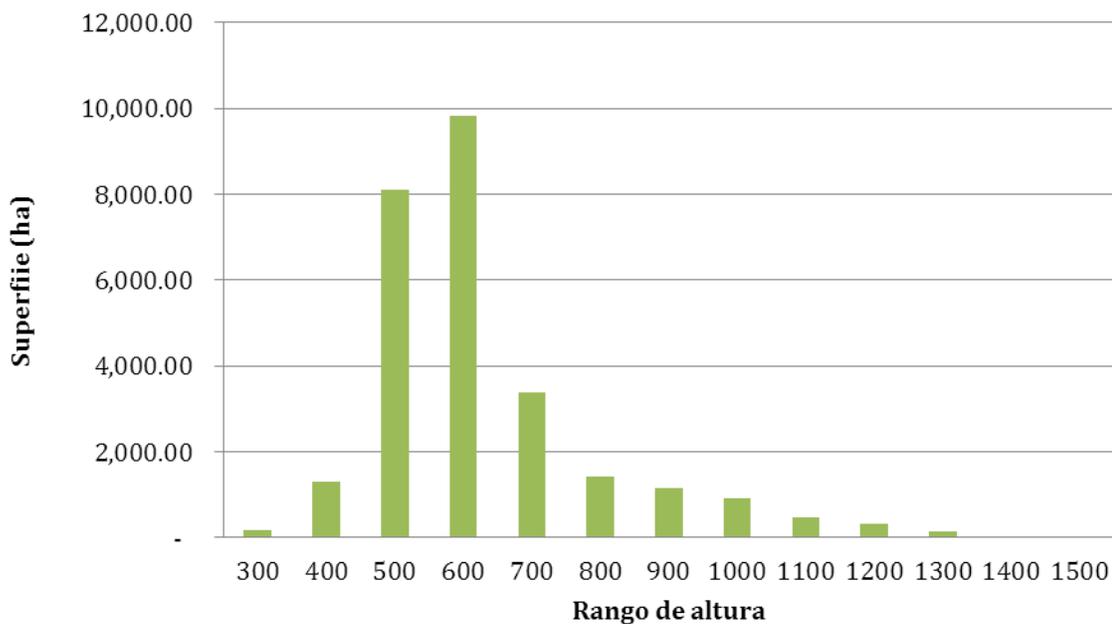
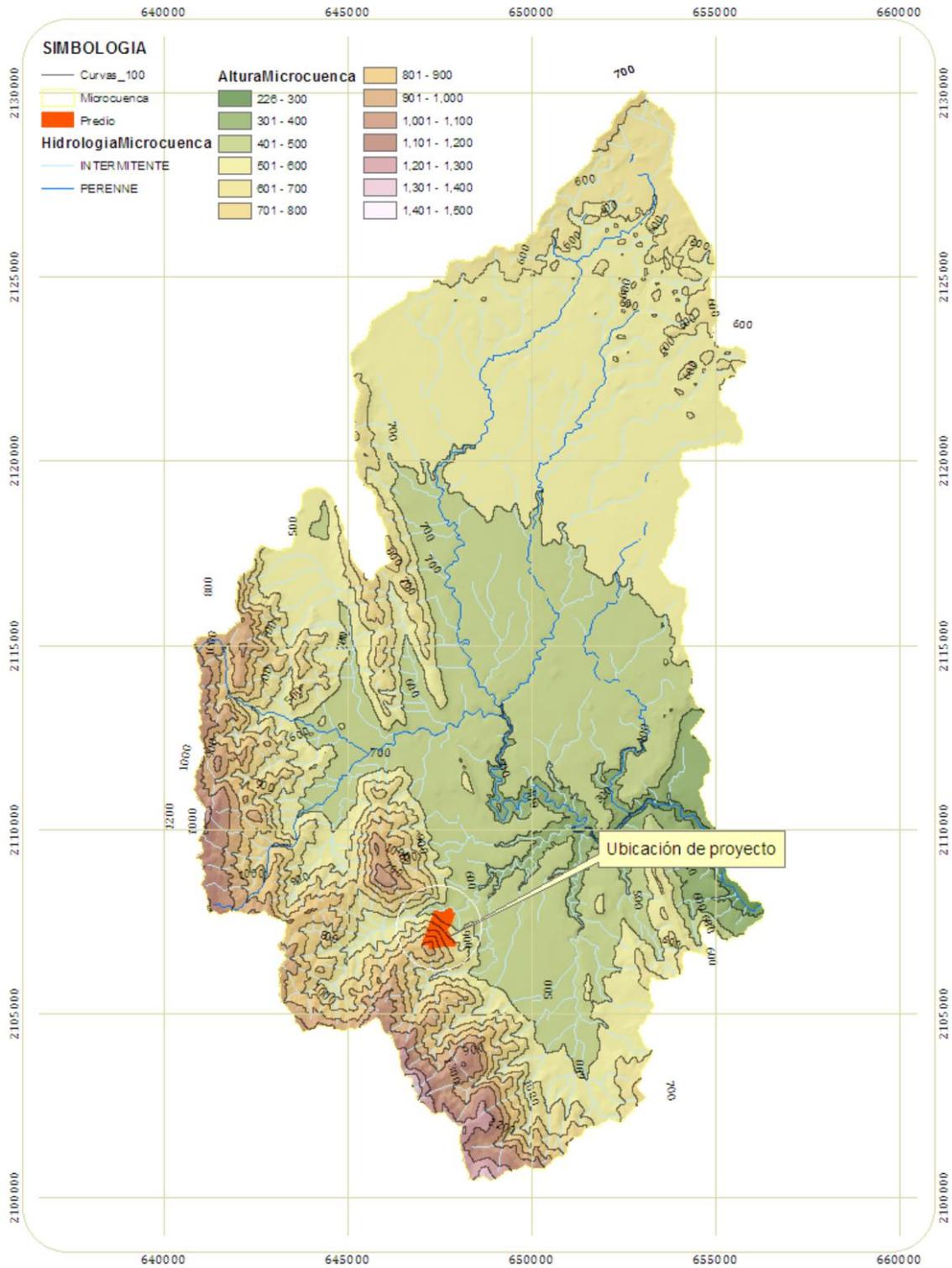




Figura 30 Plano hipsométrico de la CHF





## d) Geología

El depósito de dolomita que se localiza en el Cerro del Puro cercano al marco geológico regional del área del proyecto está constituido en la base por un pórfido andesítico alterado, el cual forma parte de la Formación Encino Inferior de edad Cretácico Inferior. Este pórfido andesítico aflorante, es parte del núcleo de una estructura anticlinal.

La unidad de roca que sobreyace al pórfido andesítico es una toba riódacítica, color rosa bandeada de la Formación Vallecitos del Cretácico Medio. Esta unidad subyace a las rocas calizas masivas y dolomíticas de la Formación Tepalcatepec Calcárea del Cretácico Medio.

Toda la secuencia de las rocas vulcanosedimentarias mencionadas dio origen al suelo residual, al aluvión y al caliche derivado especialmente de la disolución de las calizas.

Estas unidades litológicas pertenecen al Terciario Superior, así como al Cuaternario, las cuales afloran en las porciones bajas de los flancos de la sierra, en los valles y en los lechos de los arroyos.

El marco tectónico regional está constituido por dos principales elementos estructurales.

El primer elemento corresponde a una falla de rumbo regional en la corteza denominada Falla Coalcomán la cual tiene una orientación NNW-SSE que se localiza a 6.0 Km al norte de la población de Tinajas.

El segundo elemento estructural del área está representado por una estructura anticlinal con su eje orientado NNW-SSE. El área del proyecto El Amarradero se encuentra localizada en el flanco Oriente de dicha estructura anticlinal.

En este flanco del anticlinal las capas de caliza presentan un rumbo NW 30° SE con echados entre 25° y 60° buzando hacia el NE.

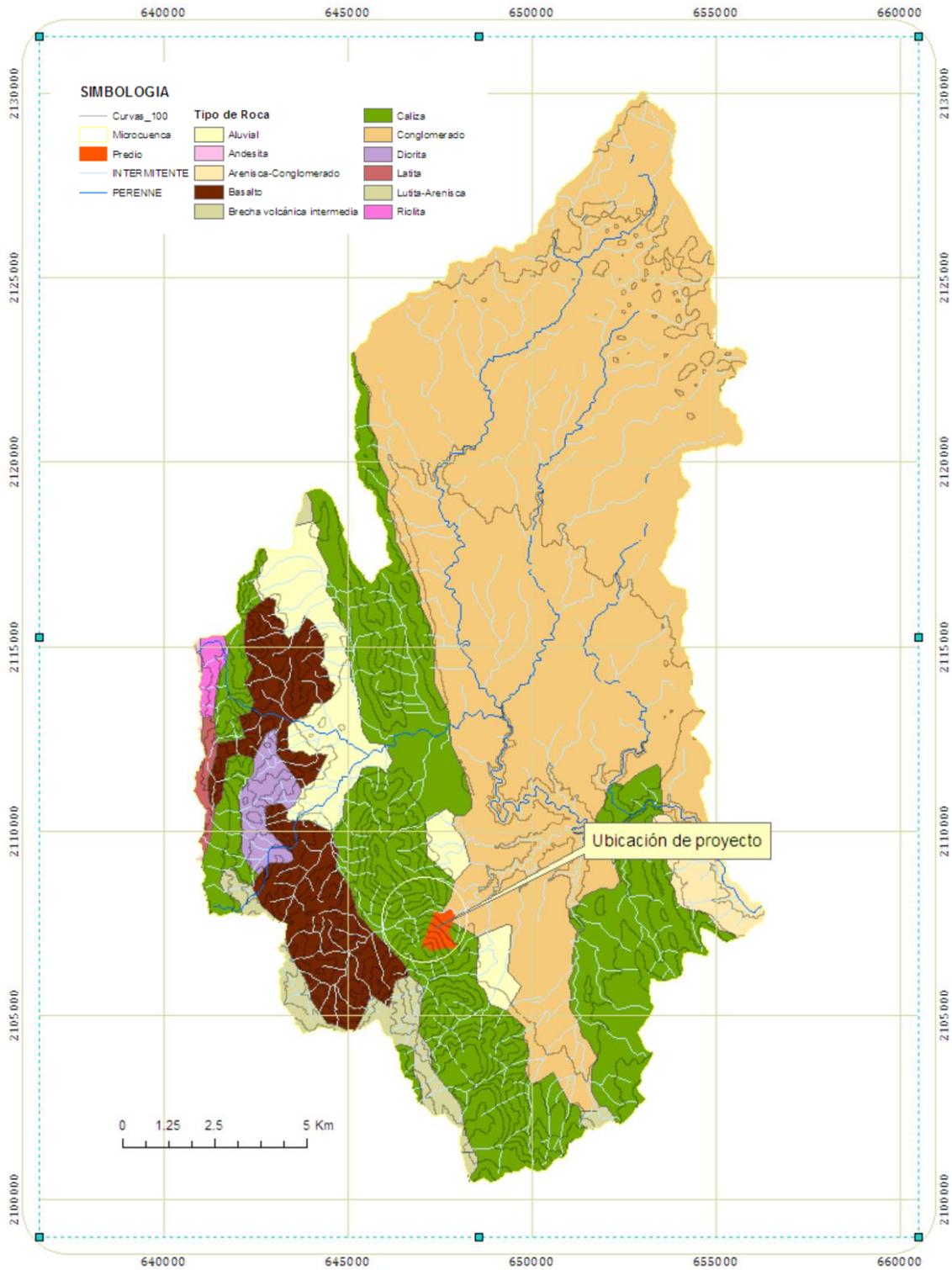


*Cuadro 16. Tipos de rocas en la CHF*

<b>Tipo de roca</b>	<b>Superficie</b>	<b>%</b>
Aluvial	1,431.6	5%
Andesita	18.0	0%
Arenisca-Conglomerado	487.6	2%
Basalto	2,008.4	7%
Brecha volcánica intermedia	634.5	2%
Caliza	7,054.6	26%
Conglomerado	14,927.2	55%
Diorita	350.5	1%
Latita	116.3	0%
Lutita-Arenisca	39.1	0%
Riolita	116.5	0%
Total	27,184.5	100%



*Figura 31 Geología general de la CHF*





## *Sismicidad*

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico.

El Estado de Colima se encuentra en una región de alta probabilidad de ocurrencia de sismos. El Sur de México y Guatemala están entre las regiones de mayor sismicidad del mundo con 3.1% de la energía sísmica total liberada mundialmente. La actividad sísmica en la región se incrementa por la ocurrencia de sismos con focos submarinos, no solo a lo largo de la Trinchera Mesoamericana, sino en fallas principales del fondo del Pacífico como son: la Falla Clarión, que viniendo desde las Islas Revillagigedo cruza el estado de Oeste a Este en las vecindades del paralelo 19°N, ligeramente al Sur de Manzanillo; y la Falla del Pacífico, que inicia en las Islas Marías y cruza al Estado de Noroeste a Sureste.

Un dominio estructural en la entidad lo constituyen dos sistemas de fallas, localizadas en la porción central del territorio (dónde se encuentra el área de estudio). El primer sistema tiene una orientación sensiblemente norte-sur y consiste principalmente en fallas inversas y normales paralelas que forman una serie de pequeñas fosas y pilares; relacionados a estos lineamientos se encuentran estructuras anticlinales y sinclinales paralelos, tanto simétricos como recumbentes y buzantes con tendencia similar a la orientación antes señalada; estos anticlinales son conocidos con los nombres de Jala, La Salada y Tepames.

Con base en la Figura 14 el sitio de estudio donde se ubica la zona del proyecto se encuentra en la Región Sísmica “D”.



Figura 32 Regiones sísmicas en la República Mexicana  
(Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003).



Leyenda: A: Región asísmica, B: Región penisísmica, C y D: Región sísmica



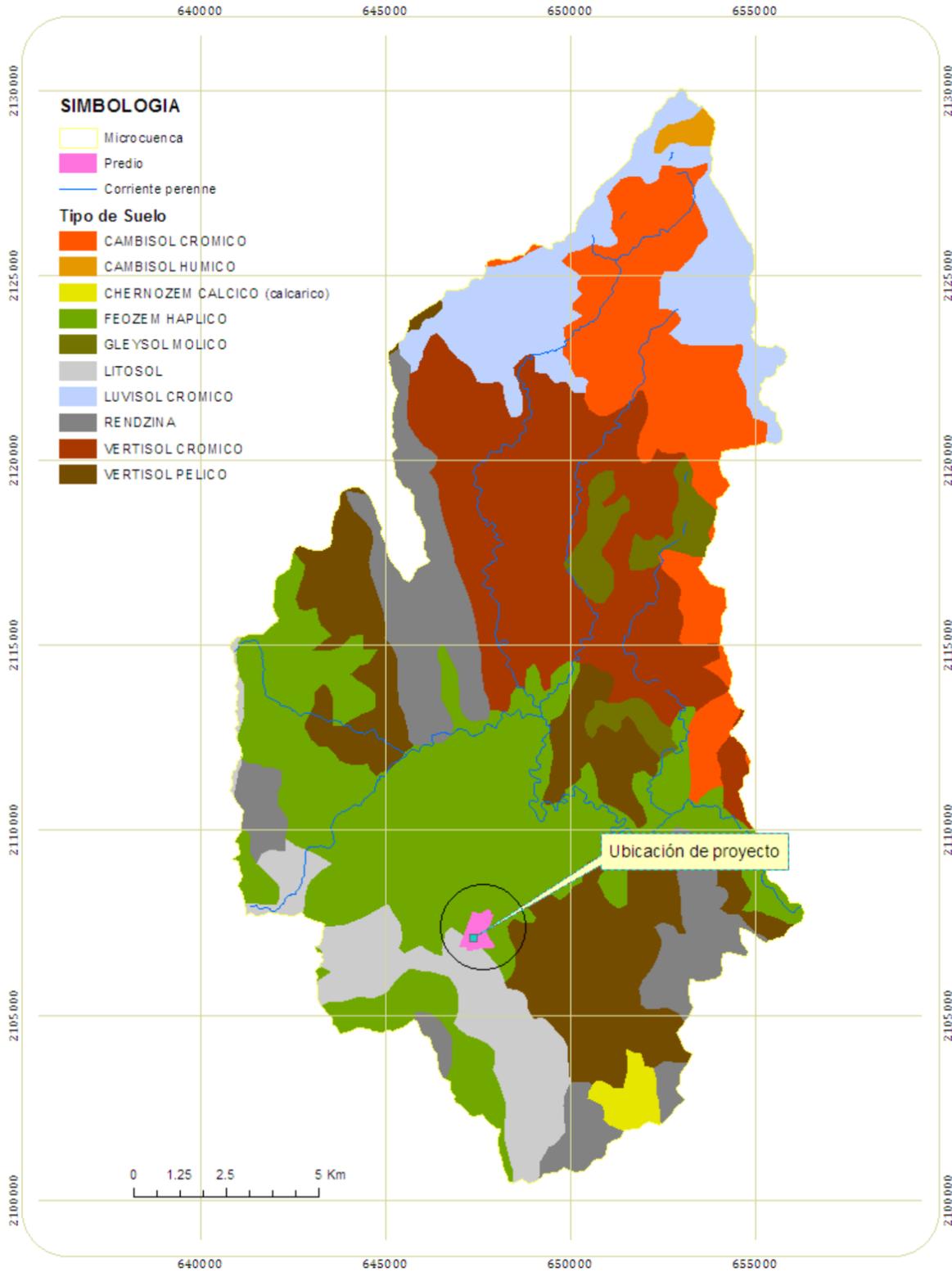
## e) Suelos

Para la CHF el suelo predominante es Feozem (29.4 %), Vertisol (14.7 %) y Fluvisol (14.0 %). La zona de lomeríos del área del proyecto se caracteriza por suelos delgados (litosol y rendzina) con una cobertura aproximada del 14 %. (Cuadro y figura 5).

El suelo en el área del proyecto es “Litosol” (suelo menor a 10 cm de espesor).

*Cuadro.17. Superficie por tipo de suelo en la CHF*

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Superficie</b>	<b>%</b>
Cambisol cromico	3,026.9	11%
Cambisol humico	109.2	0%
Chernozem calcarico	243.1	1%
Feozem haplico	6,975.3	26%
Gleysol molico	761.9	3%
Litosol	1,868.1	7%
Luvisol cromico	2,478.6	9%
Rendzina	2,897.1	11%
Vertisol cromico	4,885.2	18%
Vertisol pelico	3,939.1	14%
<b>Total general</b>	<b>27,184.5</b>	<b>100%</b>





## Estimación de la Erosión hídrica en la CHF

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), USLE por sus siglas en inglés es un modelo empírico o indirecto para estimar la pérdida de suelo (Wischmeier and Smith 1965), En 1975, Figueroa desarrolló trabajos en la CHF del río Texcoco, a modo de validación de la EUPS en México y desde entonces se ha utilizado como herramienta para estimar el proceso de pérdida de suelo en el país.

La ecuación universal para estimar la erosión (EUPS) es:

$$E = R K L S C P \quad (1)$$

Donde:

*E = Erosión del suelo t/ha año.*

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

*K = Erosionabilidad del suelo (ton.ha.hr /MJ.mm.ha).*

*S = Factor de grado de pendiente (Adimensional)*

*L = Factor de longitud de la pendiente (Adimensional)*

*C = Factor de vegetación (Adimensional)*

*P = Factor de prácticas mecánicas (Adimensional)*

### Erosión potencial

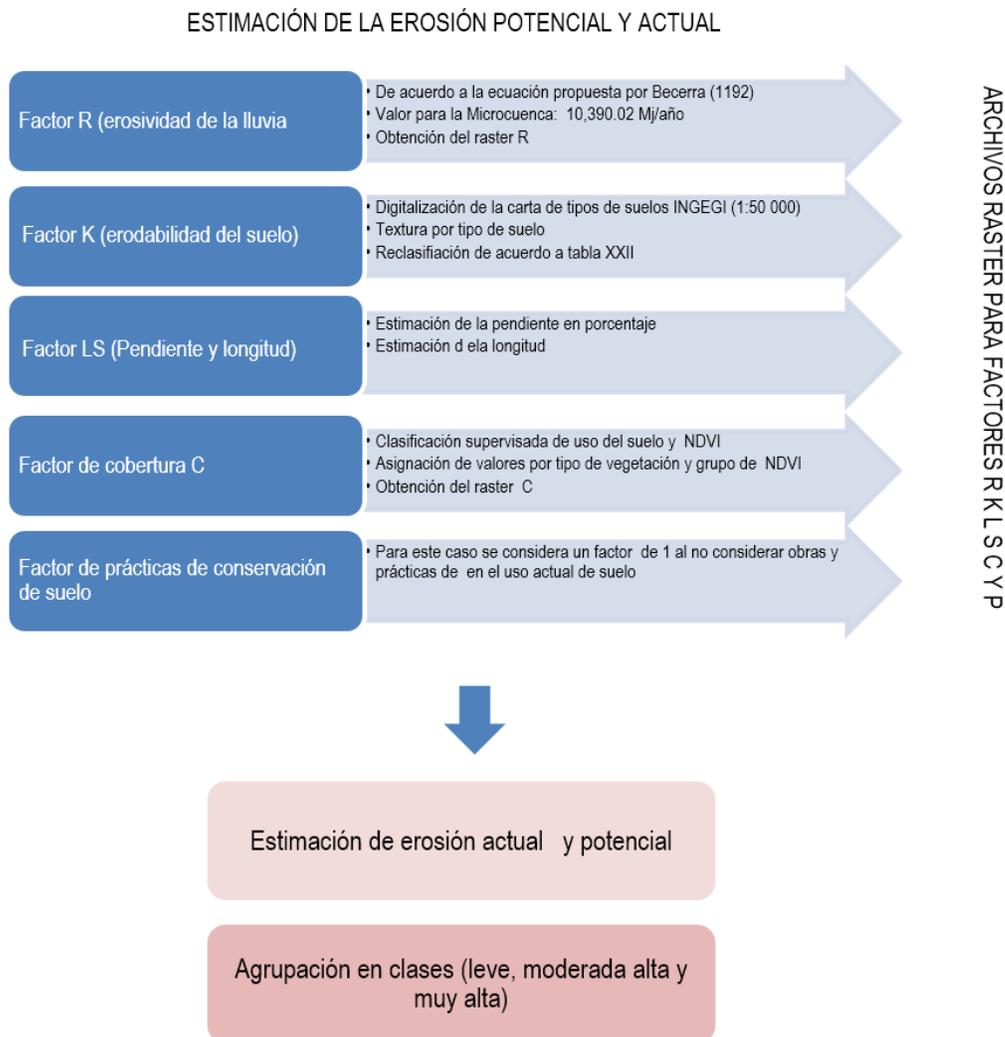
Los factores E R K y LS indican la erosión potencial máxima estimada y se consideran normalmente factores no modificables en tanto que los factores C y P son modificables mediante prácticas de conservación de suelo o manejo de la vegetación. En este sentido la erosión estimada máxima sería aquella que no considera la cobertura y las prácticas de manejo, esto es la erosión en un escenario con la remoción de la vegetación.

La estimación de la erosión a nivel de pixel en la CHF se realizó en el entorno Arcgis mediante la generación de las imágenes en formato raster para cada uno de los factores del modelo EUPS con una resolución por pixel de 30 m x 30 m



Para ellos, se dispuso de los insumos necesarios para el cálculo de cada factor, el modelo digital de elevación con resolución de 15 m por pixel (INEGI,) digitalización de la carta de tipos de suelo 1: 50,000 (Detenal 1978) e imágenes de satélite Landsat 8 para la estimación del índice de vegetación normalizado (NDVI) a partir del cual se utiliza un factor de cobertura asociado (Figura 16).

Figura 34 Proceso de generación de imágenes raster utilizadas para estimar la erosión de la CHF





## **Erosividad de la lluvia R.**

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país. El Proyecto se ubica en la región X cuyo modelo de estimación es

$$R = 6.8938P + 0.000442P^2 \text{ con un } R^2 \text{ de } 0.95 \quad (2)$$

Dónde:

**R** Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

**Pm** Precipitación media anual

Se tomaron los datos climatológicos de la estación de Tecomán (816.20 mm). El valor estimado de R es de **5,921.25 Mj/ha mm/hr**. Este valor fue asignado al archivo vectorial de la CHF a partir del cuales se generó el archivo raster para el factor R.

## **Erodabilidad (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 en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. Para el caso del presente estudio, se utilizó una metodología alternativa que consiste en la determinación de la unidad del suelo de acuerdo al criterio de la FAO y a partir de la textura superficial. Estos valores de K, en forma tabular, generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999). La representación espacial se obtuvo igualmente con la ayuda de un Sistema



de Información Geográfica a partir de la digitalización de la carta 1:50,000 de tipos de suelo del INEGI (1980). A cada uno de los suelos se asoció el atributo K correspondiente del cuadro 9 con el cual se generó el archivo raster correspondiente (Figura 17). Los mayores valores están asociados a los suelos de textura arcillosa.

*Cuadro 18. Coeficientes de erodabilidad de acuerdo al tipo de suelo*

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.01
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.034	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla	0.013 - .029		



Longitud y Grado de pendiente (LS).- Este factor considera la longitud y el grado dependiente.

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente formula (Castro 2013):

$$LS = \left[ \frac{\lambda}{22.1} \right]^m \left[ \frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613} \right] \quad (3)$$

Dónde:

**LS** = Factor de grado y longitud de la pendiente.

**$\lambda$**  = Longitud de la pendiente, en este caso de 30 m (tamaño de pixel y unidad de análisis).

**S** = Pendiente media del terreno en %.

**m** = Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión:

$$m = \frac{\beta}{1 + \beta} \quad \text{y} \quad \beta = \frac{\text{Sen } \phi / 0.0896}{3(\text{Sen } \phi)^{0.8} + 0.56}$$

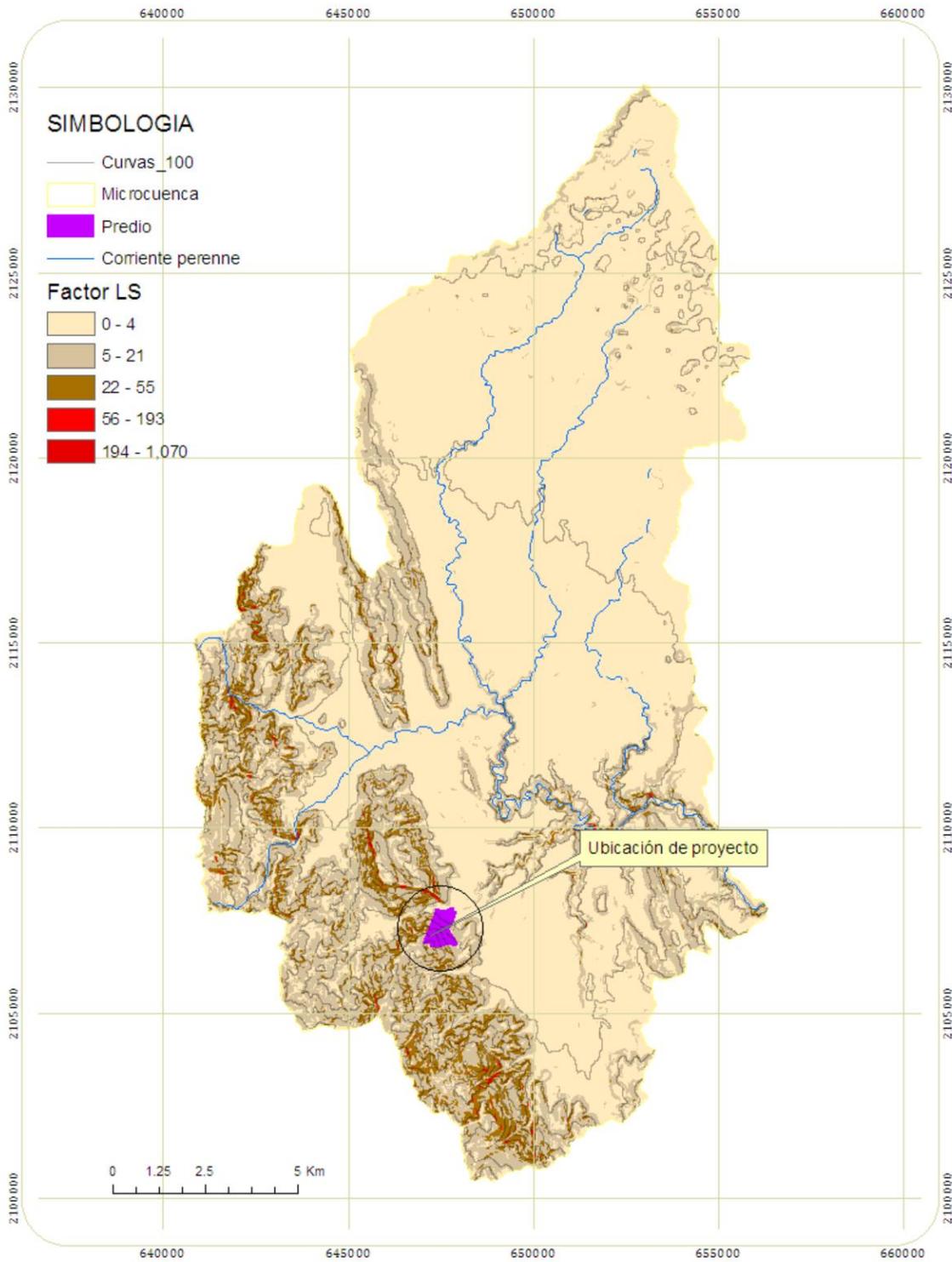
**$\phi$** : Pendiente media en grados

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se estimó utilizado el modelo digital de elevación del INEGI con resolución de 15 m por pixel. Los valores de pendiente fueron obtenidos en % y grados.. La distribución del parámetro LS se presenta en la figura IV.2-17 y se observa que los mayores valores están asociados a las zonas de relieve más accidentado al norte y este y sureste de la CHF.

**Nota:** Para la estimación del valor Seno  $\Phi$  la plataforma de Arcgis requiere la conversión del valor de grados a radianes por razones de los algoritmos de programación (radian =  $180/\pi$  grados = 57.296) por lo que se realizó la conversión para la estimación del parámetro  $m$  y  $\beta$ . De no convertirse se obtiene un valor incorrecto de Seno  $\Phi$  y por tanto del parámetro  $m$



Figura 35 Estimación del parámetro LS (Factor de Grado y Longitud de la Pendiente)





**Protección de la vegetación (C).** - El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Para estimar el factor C el insumo inicial fue la clasificación de uso del suelo de la CHF y la estimación del índice de vegetación normalizado (NDVI) descritos en el apartado de IV.2.

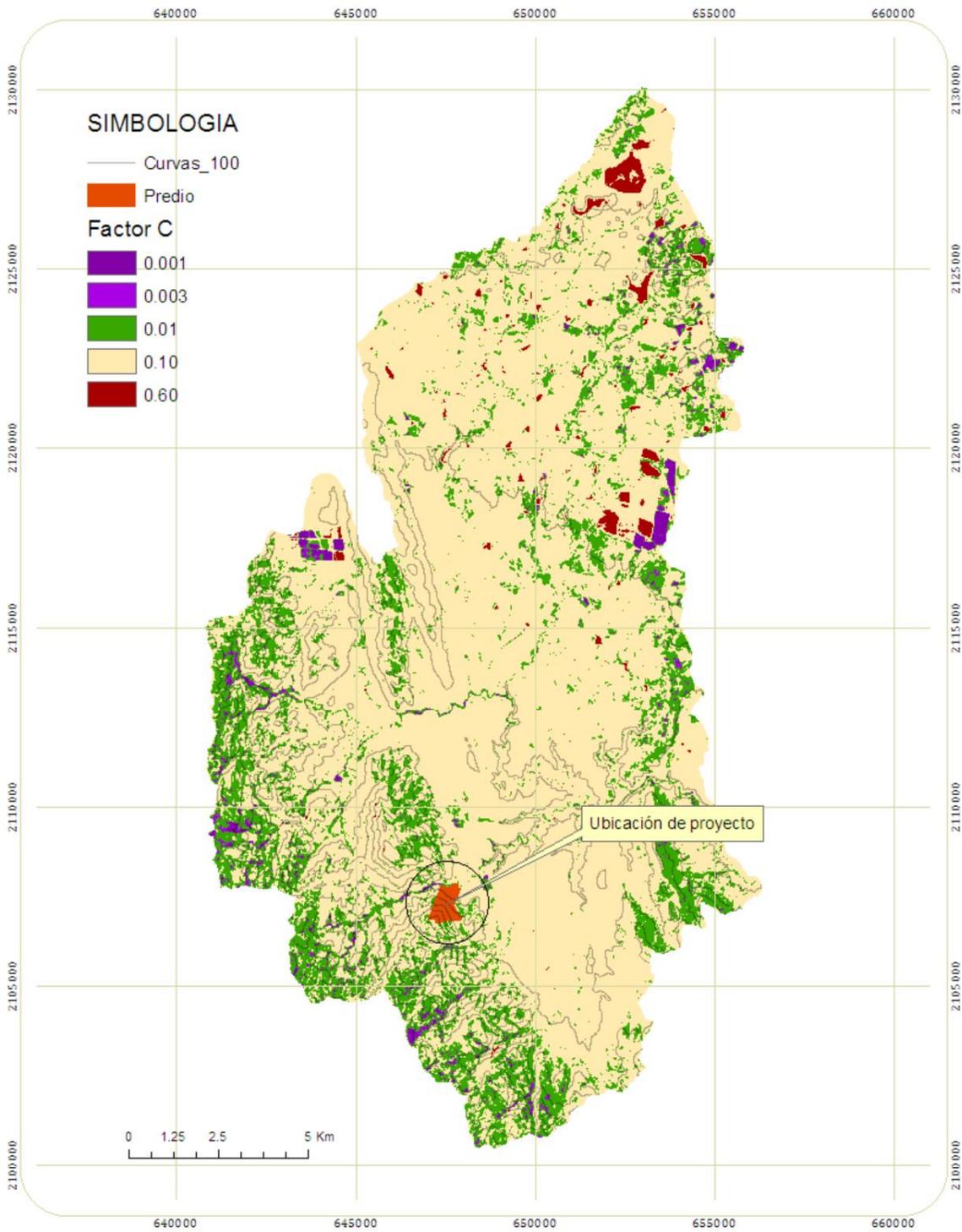
Los valores de NDVI reclasificados se asociaron a los valores del coeficiente C de la ecuación (1) la categoría de mayor valor de NDVI ( $\geq 0.44$  a  $0.60$ ) se asoció al bosque natural con alta productividad o cobertura ( $C = 0.001$ ) y la categoría de menor NDVI ( $< 0.44$ ) a los terrenos desnudos (Coeficiente  $C = 0.6$ ). La ventaja al derivar los coeficientes C mediante el NDVI, es que permite diferenciar el factor C con base en una cobertura real y no solo asociada al uso del suelo (Cuadro 10).

*Cuadro 19. Valores del factor C a partir del Índice de Vegetación Normalizado*

Cultivo	Nivel de productividad		
	Bajo	Medio	Alto
Maíz	0.54	0.62	0.8
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.1	0.15	0.2
Algodón	0.3	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.1
Alfalfa	0.02	0.05	0.1
Trébol	0.025	0.05	0.1
Sorgo grano	0.43	0.55	0.7
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.1	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.1
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobre pastoreada	0.1	0.22	



Figura 36. Valores del factor C a partir del Índice de Vegetación Normalizado





**Factor de prácticas de conservación de suelo (P).** - El factor (P) considera las prácticas de cultivo u obras de conservación de suelo tendientes a disminuir el escurrimiento y la velocidad de la Erosividad de la lluvia. Para la evaluación de la condición actual y potencial se considera un valor de 1.

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.

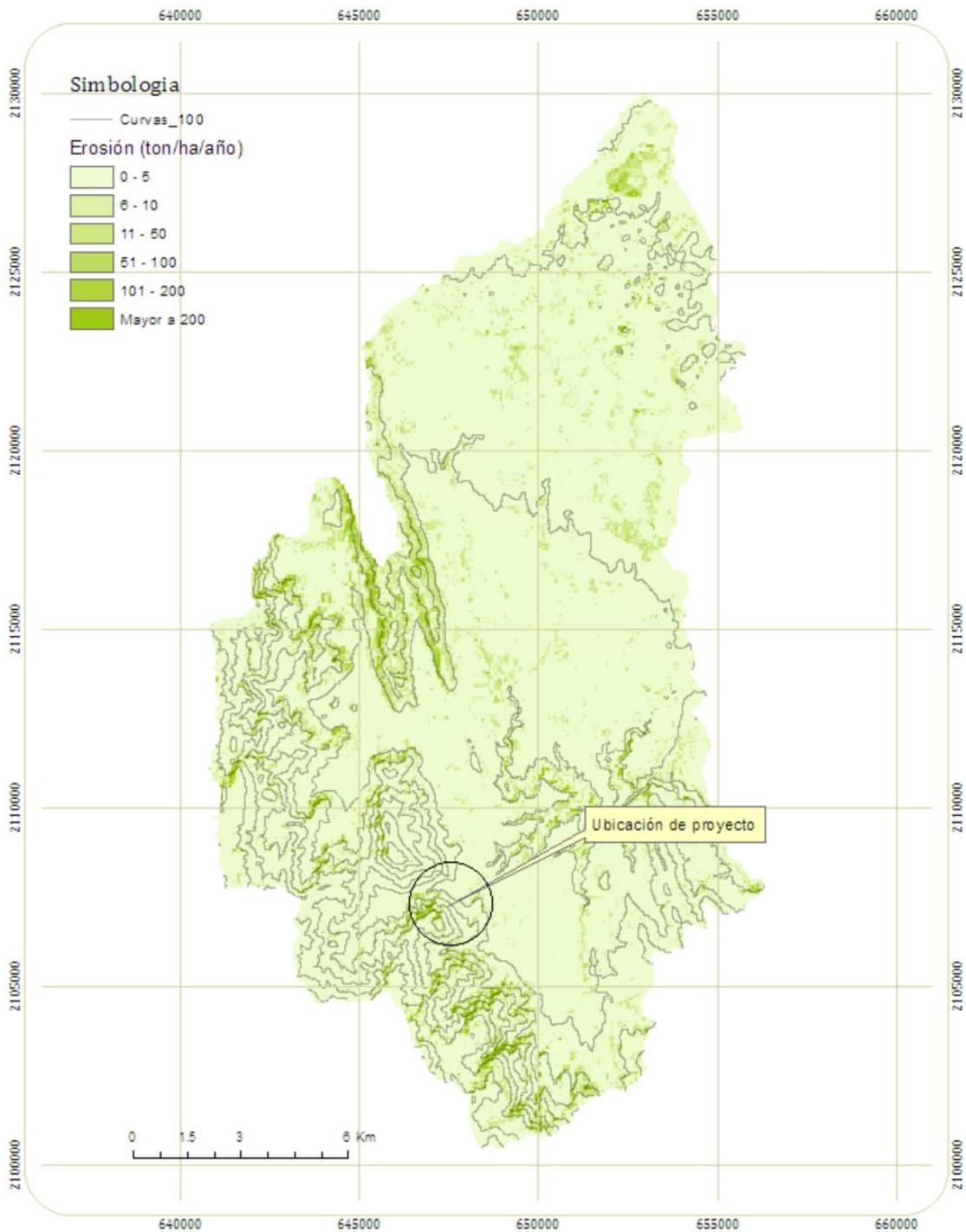
### **Resultados de la estimación de la Erosión Actual**

En la figura 20 se presenta el resultado de la estimación de la erosión la CHF que representa la erosión estimada en la CHF mediante imagen raster de resolución de 30 x 30 m. Posteriormente se estimó la erosión media en la CHF y se reclasificaron los valores en 6 grupos de acuerdo a los valores recomendados por la FAO para su análisis lo cual como fue señalado anteriormente se utilizó Arcgis V.10 como plataforma de análisis.

La superficie por rango de erosión se presenta en el cuadro IV.2-11 y figura IV.2-20 donde se observa que un 21 % (7 % + 14%) de la superficie presenta tasas de erosión de fuertes a severas. Es importante observar sin embargo que las tasas altas y severas de erosión en general corresponden a las zonas de fuerte pendiente y relieve abrupto (cerro de San Miguel y Alcomún y lomeríos anexos) las cuales tienen una buena cobertura natural, de manera que la tasa de erosión estimada se mantiene en equilibrio dinámico y no necesariamente representan condiciones de perturbación de la cobertura vegetal. Por su parte las zonas de uso agropecuario presentan en general tasas de erosión de incipiente a ligera.



Figura 37 Estimación de erosión en la CHF





*Cuadro 20. Superficie por rango de erosión estimado en la CHF*

<b>Rango (Ton/ha)</b>		<b>Superficie (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Clase</b>
0	a 5	12,442.31	46%	No perceptible
5	a 10	2,312.00	9%	Incipiente
10	a 50	5,017.46	18%	Ligera
50	a 100	1,802.45	7%	Fuerte
100	a 200	1,924.73	7%	Muy Fuerte
>200.00	a 500	3,685.55	14%	Severa
<b>Total</b>		<b>27,184.5</b>	<b>100%</b>	



### IV.3. Aspectos biotícos

#### a) Vegetación

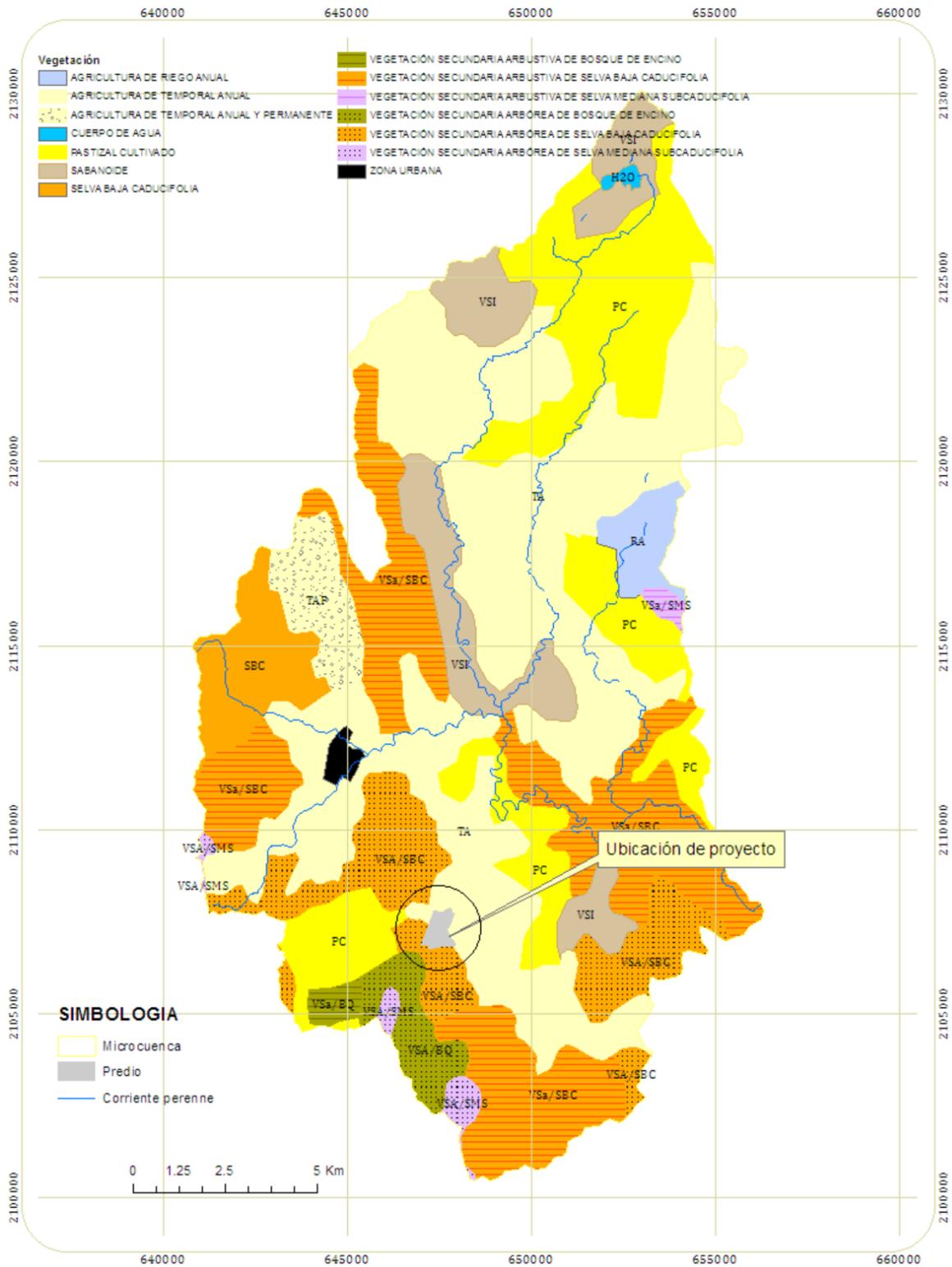
De acuerdo a la serie V, el uso de suelo y vegetación predominante en la CHF corresponde a Agricultura de Temporal Anual (34.75 %) y Pastizal Cultivado (17.94 %) , (cuadro 12 y figura 24).

*Cuadro 21. Uso del suelo y vegetación en la CHF*

Descripción	Superficie	%
Agricultura de riego anual	457.18	1.68%
Agricultura de temporal anual	9,447.00	34.75%
Agricultura de temporal anual y permanente	732.49	2.69%
Cuerpo de agua	47.22	0.17%
Pastizal cultivado	4,878.24	17.94%
Sabanoide	2,255.75	8.30%
Selva baja caducifolia	1,062.06	3.91%
Vegetación secundaria arborea de bosque de encino	573.73	2.11%
Vegetación secundaria arborea de selva baja caducifolia	2,161.30	7.95%
Vegetación secundaria arborea de selva mediana subcaducifolia	191.91	0.71%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	141.67	0.52%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	5,056.09	18.60%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	78.37	0.29%
ZONA URBANA	101.48	0.37%
Total general	27,184.50	100.00%



Figura 38 Uso del suelo y vegetación





## Uso actual del suelo en el predio

De conformidad a lo que establece la *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento*, la cuantificación de las superficies del predio es la siguiente

Cuadro 22. Superficie por tipo de zonificación

Uso del Suelo	Predio	Poligono Proyecto
Agropecuario	25.74	11.99
Selva baja caducifolia secundaria	43.30	13.95
<b>TOTAL</b>	69.04	25.94

- ✓ **Tipo de suelo:** Feozem háplico y litosol. Suelo de textura media con un contenido de materia orgánica mayor al 2 %
- ✓ **Pendiente:** Pendiente promedio del 35 % con rango del 5 al 45 %
- ✓ **Relieve:** Lomerío correspondiente a formación montañosa de altitud media (437 -972 msnm) ubicado en el cerro "El Puro" **Hidrografía:** Sin presencia de cuerpos de agua o corrientes permanentes Las clases de corrientes que se presentan en el predio son del tipo intermitente, es decir, lleva agua principalmente en la época de lluvias, su aportación cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.



## **Biodiversidad Vegetación**

### **Biodiversidad Microcuenca**

En la CHFse registraron 3 tipos de vegetación que continuación se describen, además de zonas de agricultura y pastizal inducido.

#### **Selva baja caducifolia**

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos de clima cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

La selva baja caducifolia se encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 msnm, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera* sp. cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma* sp. (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba* sp. (yaaxche, pochote); *Bromelia pinguin* (chom); *Acacia coulteri*, *Lysiloma acapulcensis*, *Ceiba*



*aesculifolia, Diospyros cuneata, Hampea trilobata, Maclura tinctoria, Metopium brownei, Parmenteria aculeata, Piscidia piscipula.*

Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna.

### **Bosque de Encino (BQ)**

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán.

En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm.

Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros.



Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magno-liifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

### **Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)**

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250 m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos.

Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7. En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; poseen afloramiento de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos, especialmente en la periferia



de la sierra de Ticul y en las hondonadas o rejolladas. Al centro de Veracruz, la selva mediana subcaducifolia se presenta en lomeríos con suelos arenosos o ligeramente arcillosos con buen drenaje. Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma bahamensis*, *Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave* sp. (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus* spp. (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon cartilagineum*.

### **Agricultura de riego**

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa y en la región del Bajío.



## **Agricultura de temporal**

Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de 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 zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En casos muy particulares, como es el cultivo del cafeto, cacao y vainilla, que se desarrollan a la sombra de árboles naturales y/o cultivados, su delimitación cartográfica es muy difícil por medio de sensores remotos de baja resolución por lo que su caracterización se realiza con el apoyo de la observación de campo.

También es común encontrar zonas abandonadas entre los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Como ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta- Mediana Perennifolia y Subperennifolia o en Bosques Mesófilos de Montaña.



## **Estimación de índices de biodiversidad de la vegetación (Selva baja caducifolia)**

### **Metodología**<sup>2</sup>

Para caracterizar la biodiversidad se estimó la **Riqueza** (Diversidad de orden 0), los índices de **Shannon** y **Simpson** así como el **exponencial de Shannon** (Diversidad de orden 1) e inverso de Simpson (Diversidad de orden 2) conocidos como “Número efectivo de especies” de orden 1 y 2 (Jost 2007). Adicional se estimó el Valor de Importancia por especie para cada tipo de vegetación. En la hoja de Excel se encuentra la base de datos con la estimación de los índices de diversidad y valores de importancia por tipo de vegetación y estrato.

#### **✓ Riqueza (S)**

Representa simplemente el número de especies de la población o muestra y se conoce como “Diversidad de Orden 0” porque la abundancia no afecta el valor del índice.

#### **✓ Índice de Shannon**

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de

---

<sup>2</sup> Jost, 2007 L. Jost. Partitioning diversity into independent alpha and beta components Ecology, 88 (2007), pp. 2427–2439

Magurran, Anne E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton: Princeton University Press. ISBN 9780691084916.



S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988), se expresa como:

$$H' = \sum_{i=1}^S -1 * (p_i) * (\ln p_i)$$

Dónde:

H' = índice de Shannon

S = Riqueza de especies

n<sub>i</sub> = Número de individuos de la especie i

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa determinado como n<sub>i</sub>/N, donde:

N = número de individuos de todas las especies

### ✓ Índice de Simpson (D)

Estima la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una comunidad de población infinita pertenezcan a la misma especie. A medida que el valor de D aumenta, la diversidad decrece, por ello a menudo se expresa como 1-D o su inverso 1/D. El índice de Simpson da mayor peso a las especies más abundantes en la muestra, de manera que es menos sensible a la riqueza de especies

La fórmula es la siguiente:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ .

### ✓ Numero de equivalente o efectivo de especies o “Diversidad Verdadera”

Los dos índices antes señalados se pueden convertir en “Nº efectivo de especies” (Sensu Jost 2007) o “Diversidad verdadera” denominado también como “Índice de Hill de orden i” que representan para cada uno, el número de especies de abundancia homogénea que resultaría en un valor de índice igual al estimado.



Por lo tanto, la diversidad ( ${}_qD$ ) expresada como un número efectivo de especies mide la diversidad que tendría una comunidad integrada por  $i$  especies igualmente comunes ( $p_1 = p_2 = p_3 = \dots p_S$ ). La diversidad medida con números efectivos cumple entre otros requerimientos matemáticos, con la propiedad de duplicación descrita por Hill (1973) citado en los trabajos de Jost (2007).

Los índices de Shannon y el de Simpson, al igual que otros se pueden convertir a “Nº efectivo de especies, ya que son funciones de la ecuación general (Jost 2006):

$$\sum_{i=1}^S p_i^q$$

Donde;

S = No de especies

$p_i$  = Proporción de la especie  $i$

$q$  = “Orden” del índice

El exponencial del Índice de Shannon es el estimador de la diversidad de orden 1 (Número Equivalente de Orden 1) y el inverso del Índice de Simpson es el estimador de diversidad de orden 2 (Número equivalente de especies de orden 2).

- No de especies equivalente para el índice de Shannon (**Diversidad de orden 1**)

$e^{H'}$  (Exponencial de Shannon) o conocido como “Diversidad de orden 1)

Dónde:

$e$  = base de logaritmo neperiano

$H'$  = índice de Shannon

- No especies equivalente para el índice de Simpson (**Diversidad de orden 2**)

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad \checkmark \quad \text{Valor de importancia}$$



Se estima el valor de importancia mediante la suma de la frecuencia relativa y la abundancia relativa y la dominancia relativa. Evalúa la “Importancia” de una especie en la comunidad. Para el caso de árboles y arbustos se empleó el volumen/ha como valor de la dominancia de la especie

$$VI = Fr + Ar + Dr$$

Frecuencia relativa = (No sitios obs sp/ No total de sitios de muestreo)

Abundancia relativa = (No individuos muestra /total individuos)

Densidad relativa (Dr)= (Volumen de la especie i/ Volumen Total)

El Valor de importancia relativo, es el valor relativo de la importancia de la especie en relación al total del estimado para el estrato. Tiene la ventaja en que se expresa como porcentaje del valor de importancia de todas las especies.

$$VIR = (VI_i / \sum_1^s VI_i) * 100$$

### ✓ **Equidad de Especie (J)**

Se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia.

Así, los valores de estos **índices de equidad (J)** varían entre 1 y 0.

El máximo valor es 1 para ambos índices, lo que indicaría que todas las especies están igualmente representadas en la comunidad en términos de sus abundancias.



Sin embargo, el valor de equidad se aproximará a 0 a medida que las abundancias de las especies se tornen más desiguales.

$$J=H'/\text{Log}_2S$$

✓ **Dominancia**

Para la ecología, una especie es dominante cuando ejerce una gran influencia sobre la composición y la forma de una comunidad. Se trata de especies de gran éxito ecológico y abundante dentro del grupo comunitario.

Las especies dominantes pueden ser consideradas en función de los diferentes niveles tróficos. La noción de dominancia mantiene una relación inversa con la de diversidad: a mismo número de especies, cuanto mayor sea la dominancia de una o varias especies, menor será la diversidad.

Los valores de dominancia varían entre 0 y 1, donde 1 implicaría que todos los individuos de la muestra pertenecen a la misma especie. En cambio, los valores tenderán a cero cuando en la comunidad no haya especies que destaquen en su abundancia sobre las otras.

$n_i$ = Número de individuos de la especie más abundante en la muestra.

$N$ =Número total de individuos en la muestra..



## Muestreo CHF

Diseño de muestreo se establecieron 9 sitios de muestreo en la CHFy en el área del proyecto, en cuadro siguiente se muestran las dimensiones de cada uno de las unidades de muestreo para cada estrato.

Cuadro 23. *Coordenadas de las unidades de muestreo en la CHF*

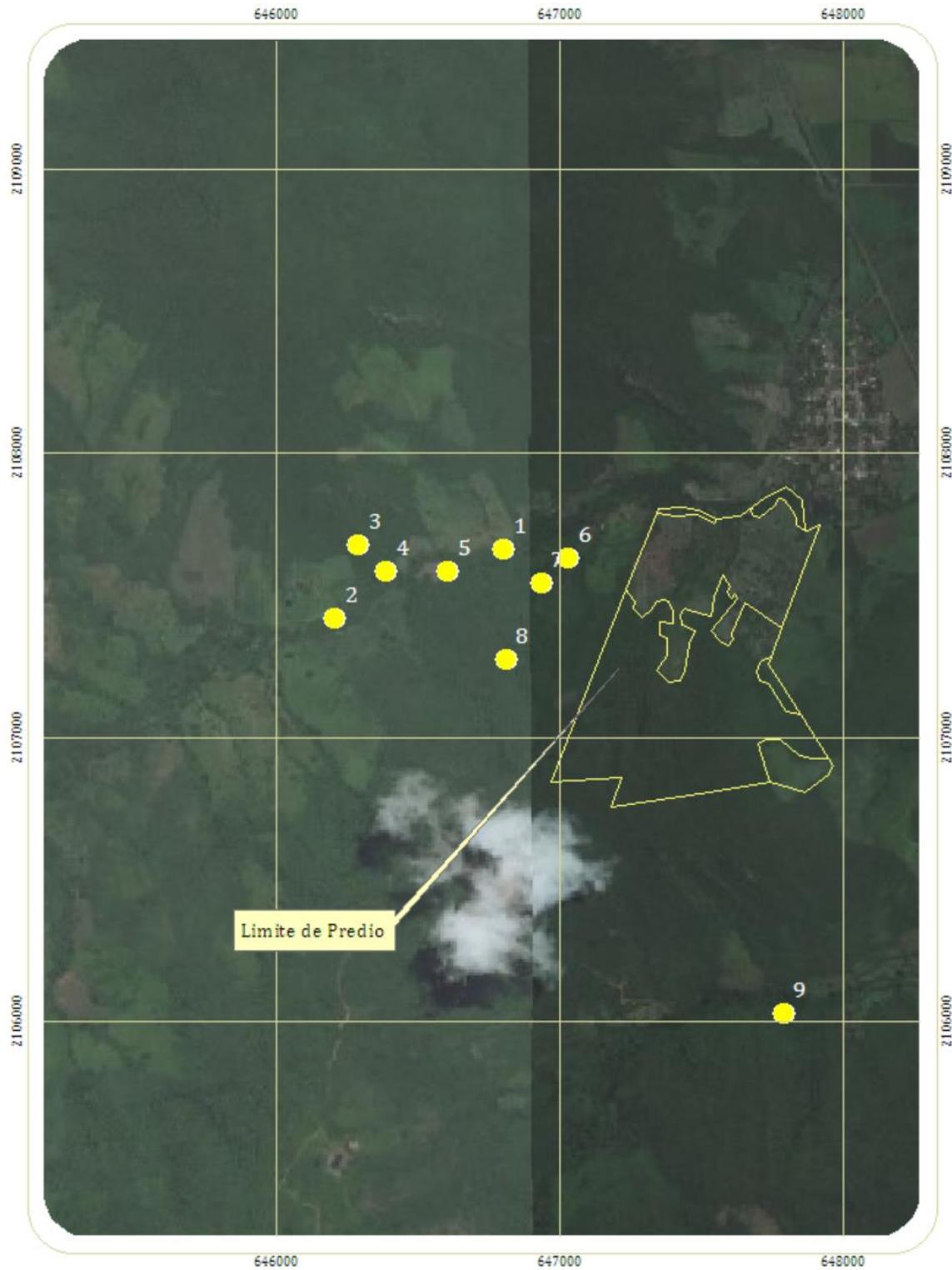
Sitio	X	Y
1.0	646,804	2,107,659
2.0	646,211	2,107,413
3.0	646,294	2,107,676
4.0	646,392	2,107,580
5.0	646,608	2,107,582
6.0	647,034	2,107,629
7.0	646,938	2,107,538
8.0	646,814	2,107,268
9.0	647,790	2,106,023

Cuadro 24. *Tamaño y forma de unidades de muestreo*

Estrato	Unidades de muestreo		
	Tamaño	Diseño	Medidas
Arbóreo	1000	Circular	17.84 r
Arbustivo	100	Cuadrado	10x10
Herbáceo	1	Cuadrado	1x1



Figura 39 Ubicación de sitios de muestreo en la CHF





## Resultados

### Vegetación de la CHF

#### Estrato arbóreo selva baja caducifolia

Esta comunidad vegetal se caracterizó por elementos arbóreos de 0.15m de diámetro altura promedio de 7.64, las especies que se registraron durante el inventario son: *Thouinia serrata*, *Brosimum alicastrum*, *Ficus insípida*, *Bursera simaruba*, *Ficus máxima*, *Sideroxylon capiri*, *Thouinia acuminata*, *Bursera sarcopoda*, *Apoplanesia paniculata*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Ceiba aesculifolia*.

#### Especies de flora en categoría de protección

En este tipo de vegetación se registraron siete especies incluidas en la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de la lista de especies en riesgo, la siguiente tabla contiene dichas especies indicando a que categoría pertenece y su distribución (Endemismo a nivel México).

**Especies dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010**

Nombre Común	Nombre científico	Categoría	Distribución
Culebro	<i>Astronium graveolens</i>	A	No endémica
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Pr	No endémica
Granadillo	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	P	No endémica
Capiro	<i>Sideroxylon capiri</i>	P	No endémica
Colorín	<i>Erythrina coralloides</i>	A	No endémica
Huizilacate	<i>Sideroxylon cartilagineum</i>	A	No endémica
Mapilla	<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	No endémica

#### ***Estimación de índices de biodiversidad del estrato arbóreo, selva baja caducifolia en la Microcuenca.***

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de **81** especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'=3.904** y de Simpson de **0.028**. La estimación para la diversidad de orden 1 es **49.61** "especies equivalente", en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **35.19**



“especies equivalente”. El valor de equidad de especies es de **J= 0.773**, y dominancia es de **0.064**.

Los valores esperados para el índice de Shannon pueden variar entre 0 y 5 como valor máximo, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Para la muestra el valor que se obtuvo fue de 3.904 por lo que la diversidad es alta lo que nos lleva a decir que el estado de conservación es aceptable. En cuanto a índice de Simpson los valores de biodiversidad van de 0 a 1, siendo 1 como valor mínimo e indica que la diversidad es nula. El valor del índice de Simpson es de 0.028, lo que indica que la biodiversidad es alta.

Los resultados para el estrato arbóreo indican una diversidad de moderada a alta, de acuerdo a las referencias para este tipo de vegetación, donde los valores oscilan para el índice de Shannon de menores a 2 en condiciones con alta perturbación a valores por arriba de 3 para condiciones bien conservadas. Para el índice de Simpson los valores indican una dominancia baja asociada a una mayor uniformidad en la abundancia de especies.

*Cuadro 25. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson.*

Índice de Biodiversidad	No Especies equivalente	
Riqueza de especies	81.00	
Índice de Shannon	3.904	49.61
Equidad (J)	0.8885	
Dominancia	0.0757	
Índice de Simpson	0.028	35.19



### **Índice de valor de importancia (I.V.I)**

Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I)

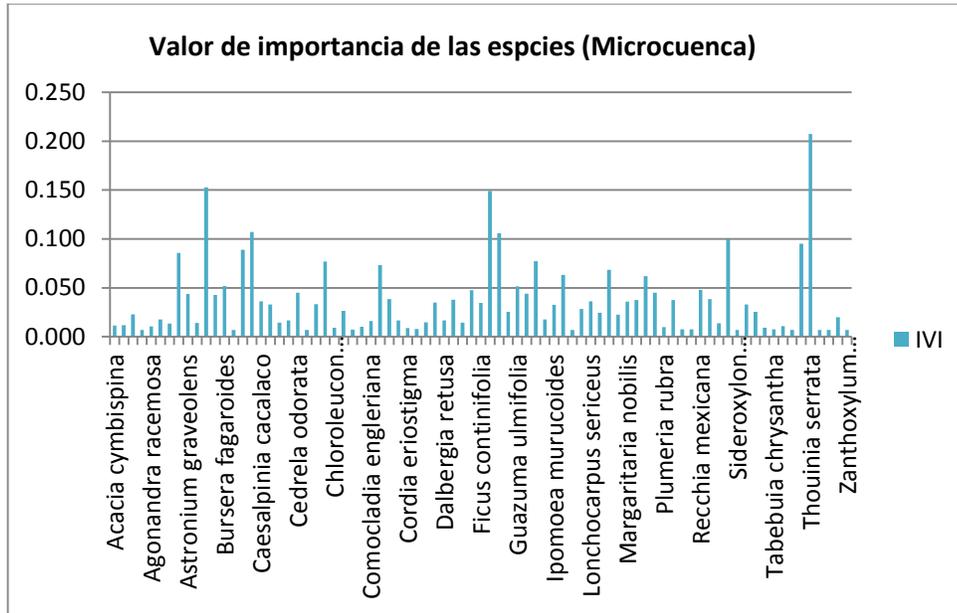
Este índice permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

De acuerdo a la información obtenida en el inventario, se encontró que las especies con mayor peso ecológico en la comunidad vegetal de la CHFson; *Thouinia serrata*, *Brosimum alicastrum*, *Ficus insípida*, *Bursera simaruba*, *Ficus máxima*, *Sideroxylon capiri*, *Thouinia acuminata* *Bursera sarcopoda*, *Apoplanesia paniculata*, *Heliocarpus terebinthinaceus* *Ceiba aesculifolia*, *Conzattia multiflora*, *Lysiloma microphyllum*, *Jacarantia mexicana*, *Pithecellobium dulce*, *Bursera fagaroides*, *Guazuma ulmifolia*.

En la gráfica se muestra la distribución del índice da valor de importancia para las especies registradas en la microcuenca.



Figura 40. Índice de valor de importancia de las especies en la microcuenca





Cuadro 2. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbóreo por especie.

Nombre común	CHF	Densidad (No arboles)	Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de Importancia
	<i>Thouinia serrata</i>	46.667	0.076	0.024	0.024	0.108	0.208
Mojote	<i>Brosimum alicastrum</i>	11.111	0.018	0.024	0.024	0.111	0.153
Camichin	<i>Ficus insipida</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.143	0.149
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	30.000	0.049	0.038	0.038	0.020	0.107
Higera	<i>Ficus maxima</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.099	0.106
<b>Capiro</b>	<b><i>Sideroxylon capiri</i></b>	11.111	0.018	0.029	0.029	0.053	0.100
	<i>Thouinia acuminata</i>	35.556	0.058	0.029	0.029	0.009	0.095
Tecoma	<i>Bursera sarcopoda</i>	27.778	0.045	0.033	0.033	0.010	0.089
Llora sangre	<i>Apoplanesia paniculata</i>	30.000	0.049	0.029	0.029	0.008	0.086
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	27.778	0.045	0.024	0.024	0.008	0.077
Majahua	<i>Ceiba aesculifolia</i>	17.778	0.029	0.029	0.029	0.019	0.077
Pochote	<i>Conzattia multiflora</i>	21.111	0.034	0.024	0.024	0.015	0.073
Parotilla	<i>Lysiloma microphyllum</i>	15.556	0.025	0.024	0.024	0.019	0.068
Tepemezquite	<i>Jacarantia mexicana</i>	3.333	0.005	0.010	0.010	0.048	0.063
Bonte	<i>Pithecellobium dulce</i>	13.333	0.022	0.010	0.010	0.031	0.062
Guamuchil	<i>Bursera fagaroides</i>	14.444	0.023	0.019	0.019	0.009	0.052
Copal	<i>Guazuma ulmifolia</i>	14.444	0.023	0.014	0.014	0.014	0.051
Guasima	<i>Recchia mexicana</i>	15.556	0.025	0.019	0.019	0.003	0.048
	<i>Euphorbia tanquahuete</i>	7.778	0.013	0.019	0.019	0.016	0.048
<b>Granadillo</b>	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	5.556	0.009	0.019	0.019	0.017	0.045
<b>Cedro rojo</b>	<i>Cedrela odorata</i>	7.778	0.013	0.005	0.005	0.027	0.045
Rabelero	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	10.000	0.016	0.024	0.024	0.004	0.044



<b>Culebro</b>	<i>Astronium graveolens</i>	5.556	0.009	0.014	0.014	0.020	0.044
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	8.889	0.014	0.019	0.019	0.009	0.043
Higerilla brava	<i>Sapium pedicellatum</i>	7.778	0.013	0.010	0.010	0.016	0.038
Hormigozo	<i>Cordia alliodora</i>	7.778	0.013	0.024	0.024	0.002	0.038
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.025	0.038
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	5.556	0.009	0.014	0.014	0.014	0.038
Balsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	10.000	0.016	0.019	0.019	0.002	0.037
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	7.778	0.013	0.019	0.019	0.004	0.036
Palo fierro	<i>Caesalpinia cacalaco</i>	14.444	0.023	0.010	0.010	0.003	0.036
Agrito	<i>Margaritaria nobilis</i>	8.889	0.014	0.019	0.019	0.002	0.036
	<i>Cyrtocarpa procera</i>	3.333	0.005	0.010	0.010	0.020	0.035
Tescalama	<i>Ficus continifolia</i>	6.667	0.011	0.014	0.014	0.009	0.034
	<i>Cedrela salvadorensis</i>	8.889	0.014	0.014	0.014	0.004	0.033
Coral	<i>Caesalpinia platyloba</i>	8.889	0.014	0.014	0.014	0.004	0.033
San antonio	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	12.222	0.020	0.010	0.010	0.003	0.033
Osote	<i>Ipomoea murucoides</i>	11.111	0.018	0.010	0.010	0.005	0.033
	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	6.667	0.011	0.014	0.014	0.003	0.028
	<i>Citharexylum quadrangulare</i>	8.889	0.014	0.010	0.010	0.002	0.026
	<i>Forchhammeria pallida</i>	5.556	0.009	0.010	0.010	0.007	0.025
	<i>Styrax ramirezii</i>	5.556	0.009	0.014	0.014	0.002	0.025
	<i>Luehea candida</i>	5.556	0.009	0.014	0.014	0.001	0.025
	<i>Acacia macilenta</i>	4.444	0.007	0.014	0.014	0.001	0.023
	<i>Manihot esculenta</i>	4.444	0.007	0.014	0.014	0.001	0.022
Aguilote	<i>Vitex mollis</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.013	0.020
Zarcillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	4.444	0.007	0.010	0.010	0.001	0.018
	<i>Hintonia latiflora</i>	4.444	0.007	0.010	0.010	0.001	0.018
	<i>Cordia dentata</i>	3.333	0.005	0.010	0.010	0.002	0.017
	<i>Casearia nitida</i>	3.333	0.005	0.010	0.010	0.002	0.017



	<i>Dalbergia retusa</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.003	0.017
	<i>Comocladia engleriana</i>	3.333	0.005	0.010	0.010	0.001	0.016
	<i>Cordia sonorae</i>	5.556	0.009	0.005	0.005	0.001	0.015
	<i>Casearia arguta</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.001	0.014
	<i>Erythrina coralloides</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.001	0.014
	<i>Ateleia pterocarpa</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.001	0.014
Vainillo	<i>Senna atomaria</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.000	0.014
Anona	<i>Annona reticulata</i>	2.222	0.004	0.010	0.010	0.000	0.013
	<i>Acacia glomerosa</i>	3.333	0.005	0.005	0.005	0.001	0.012
	<i>Acacia cymbispina</i>	3.333	0.005	0.005	0.005	0.001	0.011
Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	3.333	0.005	0.005	0.005	0.001	0.011
Chilcacahuite	<i>Agonandra racemosa</i>	2.222	0.004	0.005	0.005	0.002	0.010
Panicua	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.003	0.010
Cacalote	<i>Plumeria rubra</i>	2.222	0.004	0.005	0.005	0.001	0.010
	<i>Swietenia humilis</i>	2.222	0.004	0.005	0.005	0.001	0.009
	<i>Chloroleucon mangense</i>	2.222	0.004	0.005	0.005	0.001	0.009
	<i>Cordia eriostigma</i>	2.222	0.004	0.005	0.005	0.001	0.009
	<i>Cordia rufescens</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.001	0.008
	<i>Psidium sartorianum</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.001	0.008
Mapilla	<b><i>Tabebuia chrysantha</i></b>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.001	0.007
	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.001	0.007
	<i>Clethra rosei</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.001	0.007
	<i>Agonandra obtusifolia</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<i>Lonchocarpus constrictus</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<i>Bursera odorata</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<i>Cedrela salvadorensis</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<b><i>Sideroxylon</i></b>						
Huizilacate	<b><i>cartilagineum</i></b>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<i>Thevetia ovata</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007



Huevo de tejón	<i>Trichilia americana</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
Chiche de burra	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
	<i>Trema micrantha</i>	1.111	0.002	0.005	0.005	0.000	0.007
		<b>616.667</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>



### ***Estrato arbustivo selva baja caducifolia Microcuenca***

La altura promedio de este estrato es de m, este estrato está compuesto por algunos vejucos y trepadoras de la familia Biginiaceae y Leguminaceae.

Las especies que se registraron en este estrato son:

Para este estrato no se registraron especies con alguna categoría de protección especial.

### ***Estimación de índices de biodiversidad selva baja caducifolia estrato arbustivo en la Microcuenca.***

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de 41 especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de  **$H' = 3.042$**  y de Simpson de **0.074**. La estimación para la diversidad de orden 1 es **20.95** “especies equivalente”, en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **13.56** “especies equivalente”. El valor de equidad de especies es de  **$J = 0.819$** , y dominancia es de **0.172**.

El índice de Shannon es alto, además podemos decir que existe equidad en la distribución de las abundancias de las especies, además se registró que la dominancia de especies es baja, lo que nos indica que no hay especies con éxito ecológico y abundante dentro del estrato.

*Cuadro 3. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson.*

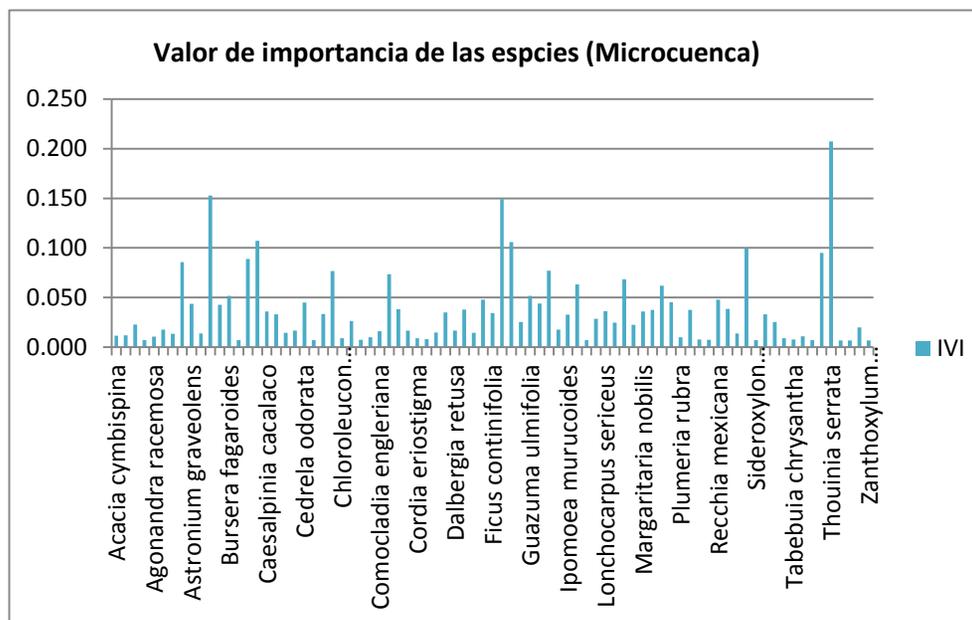
Índice de Biodiversidad	No Especies equivalente	
Riqueza de especies	41.00	
Índice de Shannon	3.042	20.95
Equidad (J)	0.819	
Dominancia	0.172	
Índice de Simpson	0.074	13.56



### Índice de valor de importancia (I.V.I)

Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo son: *Guettarda elliptica*, *Piper peltatum*, *Urera carascana*, *Antigonon flavescens*, *Celastrus paniculatus*, *Philodendron bipinnatifidum*, *Pisonia aculeata*, *Verbesina fastigiata*, *Malvaviscus arboreus*, *Combretum fruticosum*, *Xylosma flexuosa*. Las especies con menor valor de importancia bajo son: *Hyperbaena ilicifolia*, *Clematis campestris*, *Cissus microcarpa*, *Randia armata*, *Croton ciliatoglanduliferus*, *Eupatorium collinum*, *Piper umbellatum*, *Smilax bona* *Acacia farnesiana*, *Dioscorea mexicana*, *Lasiacis procerrima*.

*Figura 41. Índice de valor de importancia de las especies en la microcuenca*



Cuadro 26. Valor de importancia por especie para el estrato arbustivo por especie.

importancia relativa

Nombre Común	VEGETACIÓN CHF	Densidad (No arboles)	Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de Importancia
Huizache prieto	<i>Acacia farnesiana</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.016
Aguilillo	<i>Acacia tenuifolia</i>	22.222	0.008	0.025	0.025	0.000	0.033
Bejuco del jaguar	<i>Antigonon flavescens</i>	366.667	0.126	0.037	0.037	0.010	0.174
Bejuco Corchozo	<i>Aristolochia taliscana</i>	44.444	0.015	0.049	0.049	0.006	0.071
Pata de Cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	33.333	0.011	0.025	0.025	0.007	0.043
Sierrilla Rabo de iguana	<i>Byttneria aculeata</i>	55.556	0.019	0.012	0.012	0.007	0.038
Tabachincillo	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	22.222	0.008	0.037	0.037	0.001	0.045
Bejuco Matapalos	<i>Celastrus paniculatus</i>	44.444	0.015	0.049	0.049	0.109	0.174



Bejuco Matapalos	<i>Celastrus vulcanicola</i>	66.667	0.023	0.025	0.025	0.025	0.072
Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	22.222	0.008	0.012	0.012	0.001	0.021
Bejuco Barbas de Chivo	<i>Clematis campestris</i>	33.333	0.011	0.012	0.012	0.000	0.024
Quemadora Palmeada	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	11.111	0.004	0.025	0.025	0.022	0.051
Bejuco Peineta	<i>Combretum fruticosum</i>	11.111	0.004	0.074	0.074	0.001	0.079
Croton canelillo	<i>Croton ciliatoglanduliferus</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.017
Mata corchoza	<i>Croton suberosus</i>	44.444	0.015	0.012	0.012	0.003	0.031
Zarsal del Cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	22.222	0.008	0.037	0.037	0.001	0.045
Calabazita de cerro	<i>Cucurbita okeechobeensis</i>	122.222	0.042	0.012	0.012	0.002	0.057
Camote de cerro	<i>Dioscorea mexicana</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.016
Eupatorium collium	<i>Eupatorium collinum</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.017
Limoncillo tronco de guayabo	<i>Guettarda elliptica</i>	77.778	0.027	0.012	0.012	0.425	0.464
Gorda dura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	11.111	0.004	0.025	0.025	0.000	0.029
Carricillo	<i>Lasiacis procerrima</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.016
Obelisco de cerro	<i>Malvaviscus arboreus</i>	166.667	0.057	0.012	0.012	0.016	0.086
Tacote Palmeado	<i>Montanoa hibiscifolia</i>	11.111	0.004	0.037	0.037	0.000	0.041
Bejuco Costillon	<i>Paullinia sessiliflora</i>	44.444	0.015	0.012	0.012	0.011	0.038
Filodendro trepador	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	100.000	0.034	0.062	0.062	0.068	0.164
Piper Lanceolado	<i>Piper hispidum</i>	44.444	0.015	0.025	0.025	0.002	0.042
Piper Acorazonado	<i>Piper peltatum</i>	500.000	0.172	0.062	0.062	0.103	0.337
Piper Redondo	<i>Piper umbellatum</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.017
Chorumo Colmillo de Puerco	<i>Pisonia aculeata</i>	200.000	0.069	0.012	0.012	0.034	0.115
Crucillo sin espina	<i>Randia armata</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.001	0.018
Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	11.111	0.004	0.037	0.037	0.001	0.042
Sarna de Perro	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	11.111	0.004	0.049	0.049	0.000	0.053
Bejuco Trifoliado	<i>Serjania mexicana</i>	33.333	0.011	0.012	0.012	0.006	0.030
Bejuco de Alambre	<i>Smilax bona</i>	11.111	0.004	0.012	0.012	0.000	0.017
Abrojo	<i>Triumfetta semitriloba</i>	66.667	0.023	0.012	0.012	0.007	0.043
Quemadora Redonda	<i>Urera carascana</i>	188.889	0.065	0.025	0.025	0.096	0.186
Vara Blanca	<i>Verbesina fastigiata</i>	233.333	0.080	0.012	0.012	0.007	0.100



Tacote amarillo aserrado	<i>Verbesina serrata</i>	55.556	0.019	0.012	0.012	0.001	0.033
Uva Cimarrona	<i>Vitis tiliifolia</i>	11.111	0.004	0.025	0.025	0.001	0.030
Randia espinosa	<i>Xylosma flexuosa</i>	122.222	0.042	0.012	0.012	0.022	0.076
	<b>Total</b>	<b>2,900.00</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>



## Estrato herbáceo CHF

Este estrato está compuesto por especies que en su mayoría son anuales dichas especies se caracterizan por sus ciclos de vida corta.

Las especies presente en este estrato son: *Acalypha mexicana*, *Adiantum braunii*, *Aphelandra lineariloba*, *Aphelandra madrensis*, *Argemone platyceras*, *Bidens odorata*, *Brachiaria dictyoneura*, *Calathea allouia*, *Cleome viscosa*, *Commelina diffusa*.

Figura 42. Estrato herbáceo de la microcuenca.



### **Estimación de índices de biodiversidad estrato herbáceo de la microcuenca.**

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de **39** especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de  **$H' = 3.397$**  y de Simpson de **0.042**. La estimación para la diversidad de orden 1 es **239.89** “especies equivalente”, en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **23.70** “especies equivalente”. El valor de equidad de especies es de  **$J = 0.927$**  y dominancia es de **0.075**.

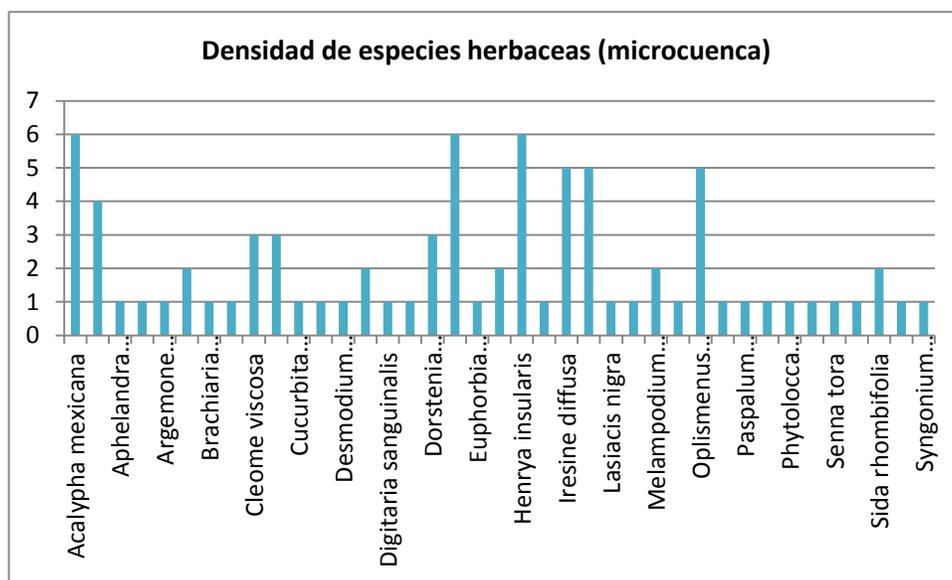


Los estimadores de biodiversidad nos indican que para la muestra del estrato herbáceo en la CHFeste presenta una diversidad de especies alta. Y que existe una igualdad en la distribución de las abundancias de las especies El valor de dominancia tiende a 0 por lo que no se registra especies con éxito ecológico en este estrato.

*Cuadro 27. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson.*

	Índice de Biodiversidad	No Especies equivalente
Riqueza de especies	39.00	
Índice de Shannon	3.397	29.89
Equidad (J)	0.927	
Dominancia	0.075	
Índice de Simpson	0.042	23.70

*Figura 43. Densidad especies herbáceas en la microcuenca.*





## **BIODIVERSIDAD DE FLORA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.**

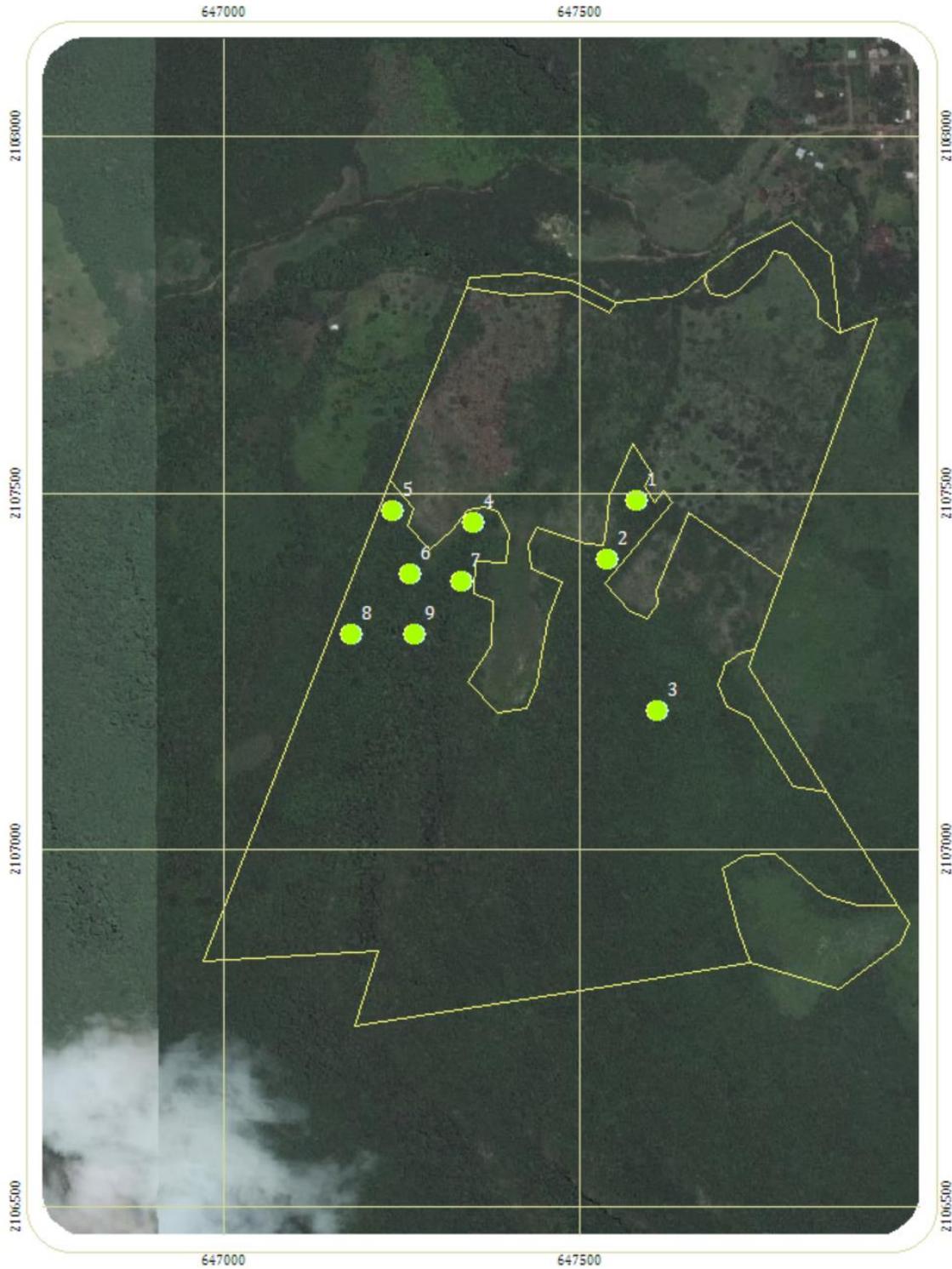
Para la estimación de la biodiversidad en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo se utilizó la misma metodología descrita para la estimación en la CHF. Se establecieron 9 unidades de muestreo (sitios) con las mismas dimensiones a las utilizadas en la CHF.

*Cuadro 28. Coordenadas UTM Wgs84 de las unidades de muestreo.*

<b>Sitio</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	647580	2107489
<b>2</b>	647540	2107406
<b>3</b>	647609	2107193
<b>4</b>	647351	2107457
<b>5</b>	647238	2107474
<b>6</b>	647262	2107385
<b>7</b>	647334	2107376
<b>8</b>	647181	2107300
<b>9</b>	647269	2107300



Figura 44 Ubicación de unidades de muestreo en el polígono de proyecto





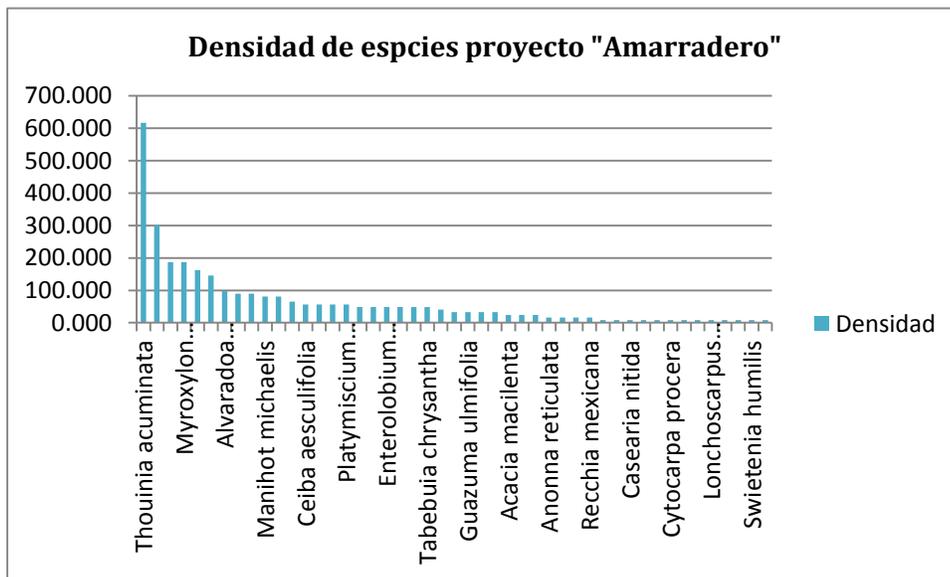
## COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL PROYECTO

### *Estrato arbóreo Selva baja caducifolia*

En general el diámetro promedio es de 0.17m y la altura de 7.64 m, las especies que se registraron son: *Thouinia acuminata*, *Lysiloma microphyllum*, *Bursera sarcopoda*, *Myroxylon balsamum*, *Conzattia multiflora*, *Cochlospermum vitifolium*, *Alvaradoa amorphoides*, *Acacia cymbispina*, *Heliocarpus terebinthinaceus*.

La grafica muestra la densidad de especies estimada para el área del proyecto donde se clasificó como selva baja caducifolia, el patrón que sigue la gráfica es J invertida característico de este tipo de vegetación.

Figura 45. Densidad total de especies en selva baja caducifolia





### **Especies de flora en categoría de protección**

En este tipo de vegetación se registraron cuatro especies incluidas en la ***Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010***, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de la lista de especies en riesgo, la siguiente tabla contiene dichas especies indicando a que categoría pertenece y su distribución (Endemismo a nivel México).

#### **Especies dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Categoría</b>	<b>Distribución</b>
Granadillo	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	P	No endémica
Capiro	<i>Sideroxylon capiri</i>	P	No endémica
Colorín	<i>Erythrina coralloides</i>	A	No endémica
Mapilla	<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	No endémica

#### ***Protegido decreto estatal***

*Parota*      *Enterolobium cyclocarpum*      No endémica



### ***Estimación de índices de biodiversidad selva baja caducifolia.***

Los valores estimados de diversidad de especies para este estrato presentan valores que son considerados como buenos tomando como referencia los parámetros anteriormente descritos. Los valores de equidad tienden a 1 por lo que las abundancia de las especies tienden a la igualdad, el valor de dominancia se aproxima a 0 esto nos indica que no hay especies que dominen en este estrato.

Las especies dominantes pueden ser consideradas en función de los diferentes niveles tróficos. La noción de dominancia mantiene una relación inversa con la de diversidad: a mismo número de especies, cuanto mayor sea la dominancia de una o varias especies, menor será la diversidad.

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de **47** especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'=3.173** y de Simpson de **0.072**. La estimación para la diversidad de orden 1 es **23.89** "especies equivalente", en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **513.80** "especies equivalente". El valor de equidad de especies es de **J=0.824**, y dominancia es de **0.203**.



Índice de Biodiversidad		No Especies equivalente
Riqueza de especies	47.00	
Índice de Shannon	3.173	23.89
Equidad (J)	0.824	
Dominancia	0.203	
Índice de Simpson	0.072	13.80



## Índice de valor de importancia (I.V.I)

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Sin embargo para la muestra las especies con mayor IVI son: *Thouinia acuminata*, *Lysiloma microphyllum*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bursera sarcopoda*, *Conzattia multiflora*, *Myroxylon balsamum*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Plumeria rubra*, *Manihot michaelis*.

Cuadro 29. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbóreo por especie.

Nombre común	Especie	Densidad (No árboles)	Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de Importancia
Huesillo liso	<i>Thouinia acuminata</i>	84.444	0.203	0.042	0.042	0.093	0.338
Tepemezquite	<i>Lysiloma microphyllum</i>	41.111	0.099	0.058	0.058	0.133	0.290
Panicua	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	20.000	0.048	0.033	0.033	0.166	0.247
Tecomaca	<i>Bursera sarcopoda</i>	25.556	0.061	0.058	0.058	0.036	0.155
Parotilla	<i>Conzattia multiflora</i>	22.222	0.053	0.050	0.050	0.050	0.154
Balsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	25.556	0.061	0.033	0.033	0.038	0.133
Plumajillo/Zarcillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	13.333	0.032	0.042	0.042	0.036	0.110
Majahua	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	12.222	0.029	0.042	0.042	0.020	0.091
Sacaloxochilt	<i>Plumeria rubra</i>	11.111	0.027	0.017	0.017	0.044	0.087
Manihot	<i>Manihot michaelis</i>	11.111	0.027	0.033	0.033	0.016	0.076
Copal nervado	<i>Bursera excelsa</i>	6.667	0.016	0.025	0.025	0.030	0.071



<b>Granadillo</b>	<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	7.778	0.019	0.033	0.033	0.019	0.071
Tescalama	<i>Ficus cotinifolia</i>	7.778	0.019	0.025	0.025	0.024	0.068
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	6.667	0.016	0.017	0.017	0.035	0.068
Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	12.222	0.029	0.017	0.017	0.021	0.067
Llora sangre	<i>Apoplanesia paniculata</i>	8.889	0.021	0.033	0.033	0.011	0.066
Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	6.667	0.016	0.033	0.033	0.015	0.065
Rebelero	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	6.667	0.016	0.033	0.033	0.012	0.061
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	7.778	0.019	0.025	0.025	0.015	0.059
<b>Mapilla</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	6.667	0.016	0.033	0.033	0.009	0.059
Cuero de indio	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	7.778	0.019	0.025	0.025	0.008	0.052
Palo fierro	<i>Caesalpinia cacalaco</i>	4.444	0.011	0.025	0.025	0.012	0.047
Cuachichile	<i>Cedrela salvadorensis</i>	2.222	0.005	0.008	0.008	0.033	0.046
Cuero de vaca	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	4.444	0.011	0.017	0.017	0.013	0.040
Huesillo de cerro	<i>Thouinia serrata</i>	5.556	0.013	0.017	0.017	0.009	0.039
Azajar	<i>Styrax ramirezii</i>	4.444	0.011	0.017	0.017	0.008	0.036
Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>	2.222	0.005	0.008	0.008	0.020	0.034
<b>Capire</b>	<b><i>Sideroxylon capiri</i></b>	3.333	0.008	0.017	0.017	0.009	0.034
<b>Colorin</b>	<b><i>Erythrina coralloides</i></b>	6.667	0.016	0.008	0.008	0.009	0.033
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4.444	0.011	0.017	0.017	0.005	0.032
Coral	<i>Caesalpinia platyloba</i>	2.222	0.005	0.017	0.017	0.008	0.030
Vainillo	<i>Senna atomaria</i>	3.333	0.008	0.017	0.017	0.004	0.028
Guayabillo borcelano	<i>Chloroleucon mangense</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.009	0.020
Chacalcahuitl	<i>Acacia macilenta</i>	3.333	0.008	0.008	0.008	0.003	0.020
Uvalan	<i>Vitex mollis</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.007	0.018
Ozote	<i>Ipomoea muruoides</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.006	0.017
Anona	<i>Annona reticulata</i>	2.222	0.005	0.008	0.008	0.002	0.016
San Antonio	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.003	0.014



Jacquina pallida	<i>Forchhammeria pallida</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.002	0.013
Papelillo verde	<i>Bursera odorata</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.002	0.013
Botoncillo	<i>Cordia allidora</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.002	0.013
Chupalcojote	<i>Cytocarpa procera</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.002	0.013
Cobano	<i>Swietenia humilis</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.002	0.013
Chilcahuite	<i>Agonandra racemosa</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.001	0.012
Algodoncillo	<i>Luehea candida</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.001	0.012
Garrapato	<i>Lonchocarpus constrictus</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.001	0.012
Chamizo	<i>Casearia nitida</i>	1.111	0.003	0.008	0.008	0.001	0.012
<b>Total</b>		<b>415.556</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>



### ***Estrato arbustivo selva baja caducifolia***

En general la altura promedio de este estrato es de 2 m, las especies que se encontraron son características de sitios perturbados por ejemplo: *Acacia tenuifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Celastrus paniculatus*, *Celastrus vulcanicola*, *Cissus microcarpa*, *Croton ciliatoglanduliferus*, *Cryptostegia grandiflora*, *Dioscorea mexicana*, *Guettarda elliptica*

#### *Estimación de índices de biodiversidad estrato arbustivo*

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de **20** especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'=2.684** y de Simpson de **0.084** La estimación para la diversidad de orden 1 es **14.65** "especies equivalente", en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **11.77** "especies equivalente". El valor de equidad de especies es de **J= 0.896**, y dominancia es de **0.173**.

El valor de H' para la muestra nos indica que la biodiversidad de este estrato se encuentra en un estado de conservación media, esto tomando en cuenta los parámetros de distribución de este índice. Los valores obtenidos muestran que existe una equidad entre las especies, y una dominancia baja de las abundancias.



*Cuadro 30. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson.*

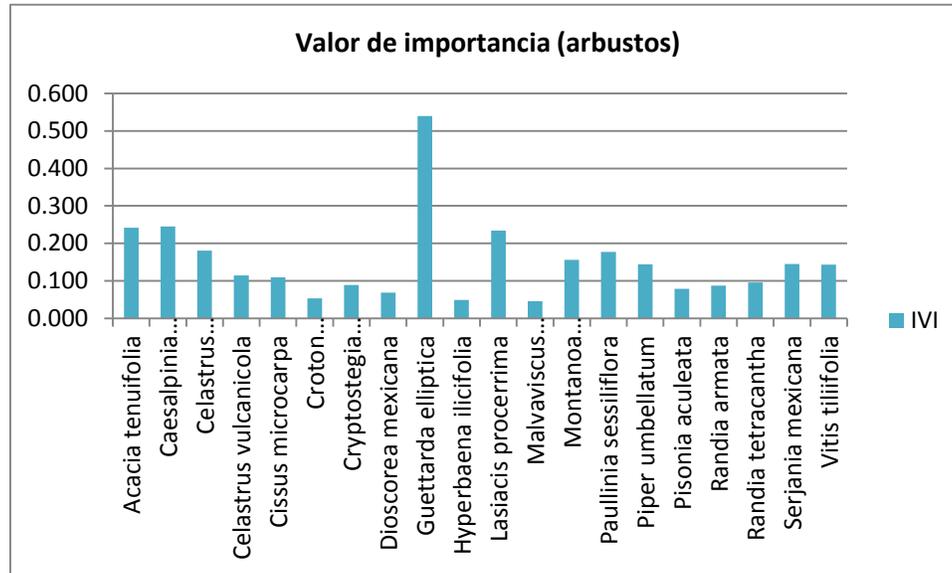
Índice de Biodiversidad	No Especies equivalente	
Riqueza de especies	20.00	
Índice de Shannon	2.684	14.65
Equidad (J)	0.896	
Dominancia	0.173	
Indice de Simpson	0.0849	11.77

### **Índice de valor de importancia (I.V.I)**

Las especies dominantes en el estrato arbustivo en el área del proyecto son: En la gráfica se es posible observar como es la estructura horizontal del estrato arbustivo en la selva baja caducifolia.



Figura 47. Valor de importancia estrato arbustivo selva baja caducifolia.





Cuadro 31. Valor de importancia relativa por especie para el estrato arbustivo por especie.

Especie Amarradero	Densidad (No arboles)	Densidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de Importancia
Acacia tenuifolia	222.222	0.097	0.077	0.077	0.068	0.241
Caesalpinia pulcherrima	111.111	0.048	0.019	0.019	0.177	0.245
Celastrus paniculatus	177.778	0.077	0.038	0.038	0.065	0.180
Celastrus vulcanicola	44.444	0.019	0.077	0.077	0.018	0.114
Cissus microcarpa	77.778	0.034	0.058	0.058	0.018	0.110
Croton ciliatoglanduliferus	55.556	0.024	0.019	0.019	0.010	0.054
Cryptostegia grandiflora	66.667	0.029	0.038	0.038	0.021	0.089
Dioscorea mexicana	22.222	0.010	0.058	0.058	0.001	0.069
Guettarda elliptica	111.111	0.048	0.019	0.019	0.472	0.539
Hyperbaena ilicifolia	11.111	0.005	0.038	0.038	0.006	0.049
Lasiacis procerrima	400.000	0.174	0.019	0.019	0.041	0.234
Malvaviscus arboreus	33.333	0.014	0.019	0.019	0.012	0.046
Montanoa hibiscifolia	277.778	0.121	0.019	0.019	0.016	0.156
Paullinia sessiliflora	111.111	0.048	0.115	0.115	0.014	0.177
Piper umbellatum	211.111	0.092	0.038	0.038	0.014	0.144
Pisonia aculeata	11.111	0.005	0.058	0.058	0.016	0.079
Randia armata	100.000	0.043	0.038	0.038	0.006	0.088
Randia tetracantha	77.778	0.034	0.058	0.058	0.005	0.096
Serjania mexicana	100.000	0.043	0.096	0.096	0.006	0.145
Vitis tiliifolia	77.778	0.034	0.096	0.096	0.014	0.144
<b>Total</b>	<b>2300</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>



## Estrato herbáceo proyecto

Este estrato está compuesto por especies que en su mayoría son anuales dichas especies se caracterizan por sus ciclos de vida corta.

Las especies presente en este estrato son: *Acalypha mexicana*, *Adiantum braunii*, *Aphelandra lineariloba*, *Brachiaria dictyoneura*, *Calathea allouia*, *Cleome viscosa*, *Commelina diffusa*, *Cyperus esculentus*.

### **Estimación de índices de biodiversidad estrato herbáceo de la microcuenca.**

La riqueza (S) de especies observada para la muestra es de **20** especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'=2.738** y de Simpson de **0.078**. La estimación para la diversidad de orden 1 es **15.46** "especies equivalente", en tanto la estimación de la diversidad de orden 2 es de **12.78**"especies equivalente". El valor de equidad de especies es de **J=0.914**y dominancia es de **0.0782**.

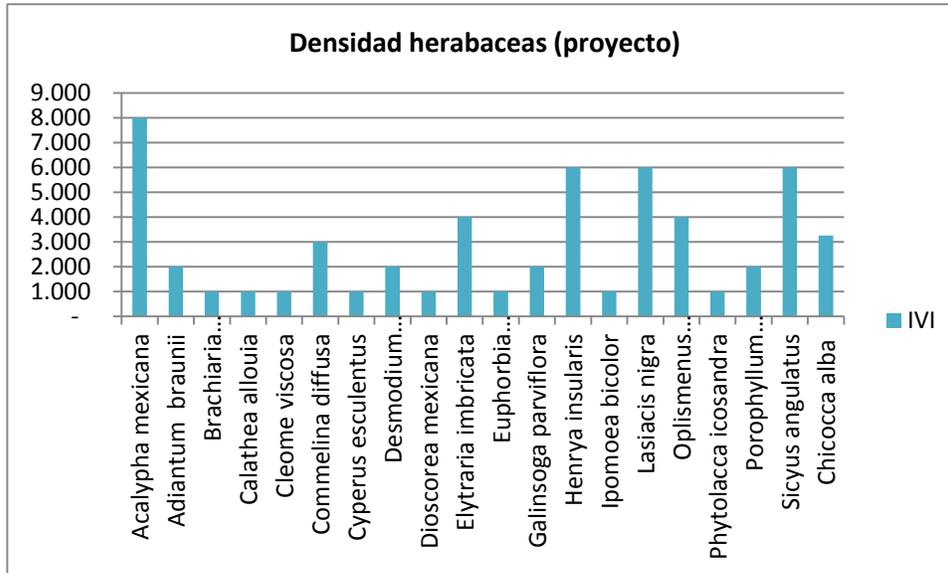
Los estimadores de biodiversidad nos indican que para la muestra del estrato herbáceo en la CHFeste presenta una diversidad de especies alta. Y que existe una igualdad en la distribución de las abundancias de las especies El valor de dominancia tiende a 0 por lo que no se registra especies con éxito ecológico en este estrato.

*Cuadro 32. Índices de Biodiversidad, Shannon-Wiener y Simpson.*

Índice de Biodiversidad	No Especies equivalente	
Riqueza de especies	20.00	
Índice de Shannon	2.738	15.46
Equidad (J)	0.914	
Dominancia	0.142	
Índice de Simpson	0.078	12.78



Figura 48. Densidad especies herbáceas en la mucrocuenca.





## **COMPARACIÓN DE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD.**

Los valores de los estimadores de Biodiversidad como lo son Shannon-Wiener, o Simpson no brindan información suficiente si se presentan por si solos, es decir que debe de hacerse una comparación de dos o más poblaciones para conocer si existen diferencias entre estas.

Realizar estas comparaciones sirve como herramienta para la toma de decisiones ya que de esta forma podemos decir si es que se pone en riesgo o no cierto ecosistema.

En el siguiente capítulo se realiza la comparación de la vegetación la microcuenca & el Proyecto El Amarradero. Así mismo se comparan los valores de Riqueza (s), Equidad (J) y dominancia.

Se analiza también la abundancia y valores de importancia de las especies presentes en el sitio y en la microcuenca para comprobar que las especies presentes en el sitio se encuentran representadas de manera aceptable en la microcuenca y que no se pone en riesgo ninguna población de especies o ecosistema.

### **Estrato arbóreo**

Los resultados de los principales indicadores de biodiversidad para el estrato arbóreo en la microcuenca y el sitio del proyecto indican que existen diferencias significativas entre estos dos sitios, siendo la microcuenca el área que presento valores altos de riqueza, diversidad y equidad, mientras que la dominancia tiende a 0. Estos resultados nos indican que el área de la microcuenca está en buen estado de conservación y que existe una equidad en la distribución de las abundancias de las especies, este patrón nos inca que no hay una especie dominado este ecosistema. Mientras que para el área del proyecto se observa que existe una dominancia y equidad alta los que indica que existen especies que están dominando este estrato.



En el siguiente cuadro se muestra el comparativo del estrato arbóreo.

*Cuadro 33. Comparación de índices de diversidad (estrato arbóreo) de la Microcuenca y el Sitio de proyecto*

Estimador (estrato arbóreo)	Zona	
	Proyecto	Microcuenca
Especies observadas	47.000	81.000
Shannon	3.173	3.904
Equidad (J)	0.824	0.888
Dominancia	0.203	0.076
Índice de Hill (No efectivo de especies Diversidad Orden 1)	23.89	49.61
Simpson	0.072	0.028
Inverso de Simpson (Diversidad orden 2)	13.803	35.19

### **Estrato arbustivo**

En el siguiente cuadro se presentan los valores estimados de biodiversidad del estrato arbustivo de la microcuenca y del proyecto. Para este estrato las diferencias encontradas son significativas, los valores altos de riqueza, Shannon y equidad los presenta la microcuenca.

Estimador (estrato arbustivo)	Zona	
	Proyecto	Microcuenca
Especies observadas	20	41.000
Shannon	2.68	3.04
Equidad (J)	0.90	0.82
Dominancia	0.17	0.13
Índice de Hill (No efectivo de especies Diversidad Orden 1)	14.65	20.95
Simpson	0.08	0.07
Inverso de Simpson (Diversidad orden 2)	11.77	13.56



## **Estrato herbáceo**

Así mismo el estrato herbáceo de la microcuenca presenta valores altos en los estimadores de biodiversidad que se utilizaron para conocer el estado de conservación de cada sitio.

Estimador (estrato herbáceo)	Zona	
	Proyecto	Microcuenca
Especies observadas	20.00	39.00
Shannon	2.74	3.40
Equidad (J)	0.91	0.93
Dominancia	0.14	0.08
Índice de Hill (No efectivo de especies Diversidad Orden 1)	15.46	29.89
Simpson	0.08	0.04
Inverso de Simpson (Diversidad orden 2)	12.78	23.70

Para representar las diferencias encontradas en los tres estratos de la microcuenca y del área del proyecto se muestran cuatro gráficas aquí se compara cada estimador de que se utilizó para conocer el estado de conservación de las área de estudio.

### ***Riqueza de especies por estrato.***

En la gráfica 1 se compara la riqueza de especies de la microcuenca y el área propuesta para el proyecto, como se menciona en los párrafos anteriores la riqueza de especies es mayor para la microcuenca, esta diferencia es posible observarla en la gráfica.

### ***Equidad de especies por estrato.***

Se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. Así, los valores de estos **índices de equidad (J)** varían entre 1 y 0.

El máximo valor es 1 para ambos índices, lo que indicaría que todas las especies están igualmente representadas en la comunidad en términos de



sus abundancias. Sin embargo, el valor de equidad se aproximará a 0 a medida que las abundancias de las especies se tornen más desiguales.

La diferencia encontrada en la equidad de especies para las muestras no es significativa lo que nos indica que la distribución de las especies está igualmente representadas en términos de sus abundancias.

### **Dominancia de especies por estrato.**

Para la ecología, una especie es dominante cuando ejerce una gran influencia sobre la composición y la forma de una comunidad. Se trata de especies de gran éxito ecológico y abundante dentro del grupo comunitario.

Las especies dominantes pueden ser consideradas en función de los diferentes niveles tróficos. La noción de dominancia mantiene una relación inversa con la de diversidad: a mismo número de especies, cuanto mayor sea la dominancia de una o varias especies, menor será la diversidad.

Los valores de dominancia varían entre 0 y 1, donde 1 implicaría que todos los individuos de la muestra pertenecen a la misma especie. En cambio, los valores tenderán a cero cuando en la comunidad no haya especies que destaquen en su abundancia sobre las otras.

Para la muestra la microcuenca es la que presenta los valores bajos (tienden a 0) mientras que la zona propuesta para el proyecto son altos (tiende a 1). En la gráfica siguiente se muestra las diferencias encontradas



## **b) Fauna**

México es afortunado ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de casi dos terceras partes de la biodiversidad mundial. A este grupo tan selecto de 17 naciones se les conocen como los «países megadiversos», pues en su territorio albergan el 70% de la diversidad mundial de especies.

México destaca ya que somos la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies, tenemos el 2° lugar en diversidad de reptiles, 3° lugar en diversidad de mamíferos, el 5° lugar en diversidad de anfibios y el 11° lugar en diversidad de aves, muchas de ellas consideradas como especies «endémicas», esto quiere decir que solo se pueden encontrar en territorio mexicano.

Sin embargo, las transformaciones de los ecosistemas naturales para obtener bienes y servicios para la humanidad han traído beneficios, pero también han representado severos costos ambientales. La disminución y el deterioro del hábitat es la principal causa de la pérdida de la biodiversidad en el mundo; en México se ha perdido alrededor del 50% de los ecosistemas naturales, los cuales fueron convertidos en áreas urbanas, agrícolas, ganaderas, entre otras.

Por ello y conforme a lo establecido por las leyes y normas vigentes, es necesario conocer la composición faunística de las áreas destinadas a cambio de uso del suelo para poder establecer medidas que mitiguen el impacto sobre la fauna silvestre, evitando la pérdida de especies presentes que mantienen el correcto funcionamiento de los ecosistemas.

### **FAUNA SILVESTRE DENTRO DE LA MICROCUENCA**

El análisis de las fauna presente dentro de la microcuenca está basado en las especies identificadas en campo complementado con la revisión de estudios realizados con anterioridad en la zona, verificando la información obtenida en distintos medios impresos y electrónicos, guías especializadas para la identificación de fauna, Aves de México (Peterson & Chalif), A guide to the birds of México and Northern Central America (Howell & Webb),  
Cap. IV Pág. **196 de 311**



Field guide to mammals of North America (Kaufman), Mamíferos de la costa de Jalisco, México (Ceballos & Miranda), Amphibians, reptiles, birds and mammals of western México (Myska) y bases de datos y mapas de distribución de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ([www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)), IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>), mammal species of the world (<http://www.bucknell.edu/msw3/>), The reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), Integrated taxonomic information system ([www.itis.gov](http://www.itis.gov)).

## **MUESTREO DE CAMPO**

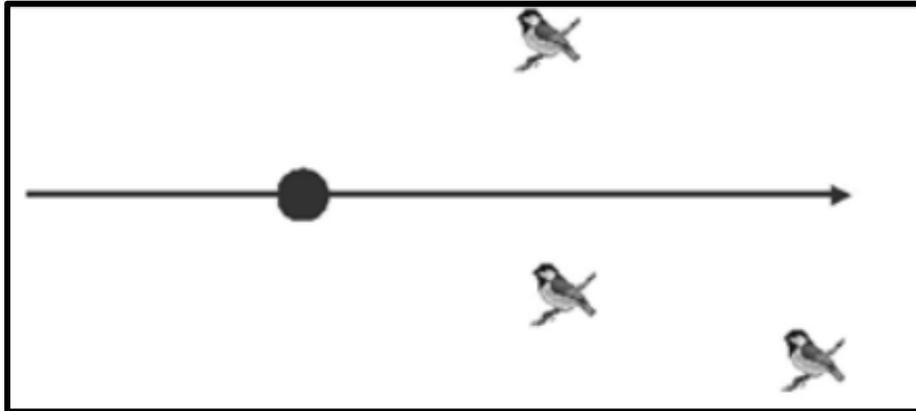
El muestreo de campo fue realizado dentro de los límites establecidos de la microcuenca, en donde se establecieron 30 sitios de muestreo, dichos sitios se seleccionaron utilizando como premisa la representatividad de los tipos de vegetación existente, condiciones del sitio, accesibilidad y seguridad.

Las actividades de campo fueron realizadas utilizando distintos métodos de muestreo definidos para cada clase de vertebrados, apoyándose en las guías especializadas para la identificación en campo como Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México (Miranda), Field Guide to the Birds of North America (National Geographic) además de las mencionadas con anterioridad.

Las técnicas utilizadas para la identificación y el registro de las especies se describen a continuación.

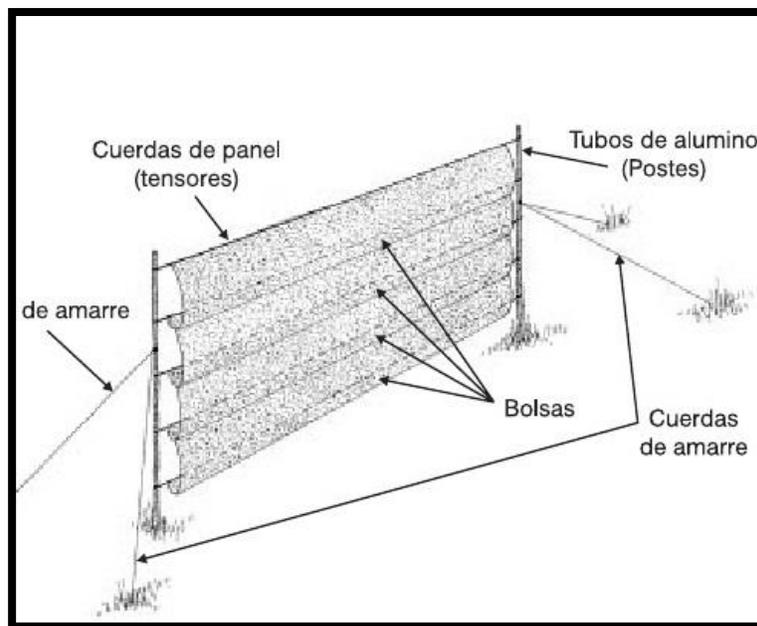
### ***Aves***

Se utilizó el método de transectos de 300 metros de largo lo más rectos posibles manteniendo una caminata muy lenta entre 2 y 3 km/h donde se registra la especie mediante observación directa o identificación del canto o en su caso mediante fotografía para su posterior identificación.



*Figura 49. Forma de identificación de aves mediante transectos.*

Así mismo, se colocaron redes de niebla en los distintos puntos de muestreo para la captura de aves pequeñas de difícil identificación.



*Figura 50. Anfibios Las redes de niebla pasan casi desapercibidas en el hábitat, por lo que logran atrapar con mucho éxito las aves que quedan enredadas al vuelo.*

Para la identificación de anfibios se utilizó el método de búsqueda y captura directa que consiste en buscar a los individuos al amanecer, en el atardecer y durante la noche en las ramas, hojas, rocas o distintos sitios,



principalmente en charcas, arroyos o lugares con mucha humedad. (Bennett, 1999).

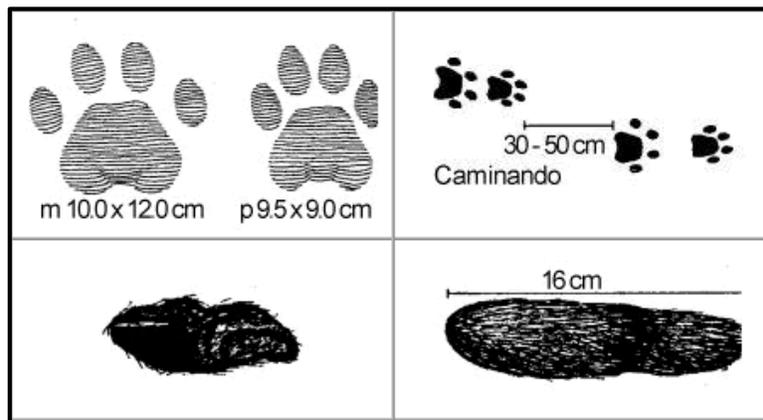
### **Mamíferos**

Para la identificación de los mamíferos se utilizaron métodos directos e indirectos. Los métodos indirectos son aquellos en los que se obtiene la identificación de la especie sin que esto requiera el contacto o avistamiento directo del animal. Los métodos directos comprenden aquellos métodos en los cuales se obtiene la identificación de la especie mediante contacto directo con el animal

Los métodos directos utilizados en este caso, fue la colocación de 12 trampas tipo *Tomahawk* distribuidas en los sitios de muestreo utilizadas para capturar mamíferos pequeños y medianos. También se colocaron 4 redes de niebla para la captura de murciélagos al atardecer y durante la noche, comenzando a partir de las 19:00 hrs y retirándose a las 00:00 hrs.

Se instalaron 4 cámaras trampa en los sitios que se consideró más adecuados o con mayor posibilidad de capturar imágenes de las especies presentes.

Complementándose con métodos indirectos utilizando la identificación mediante rastros, excretas, huellas, pelaje, entre otros indicios que permitieron corroborar la presencia de dicha especie en el sitio.



*Figura 51. Identificación de especies mediante huellas y excretas.*



## **Reptiles**

Para la identificación de los reptiles se implementaron recorridos aleatorios sin restricción de tiempo y espacio, en los que se realiza una caminata en todo el sitio buscando sin un patrón fijo en lugares como troncos, debajo de hojarasca, y/o piedras donde pudieran esconderse los reptiles, registrando todos los individuos avistados y/o capturados (Sánchez, 2001).

Posteriormente se elaboró un listado faunístico con los datos recabados en campo, los cuales se analizaron y se identificaron las especies que se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como su endemismo y estado de conservación basados en información obtenida por la CONABIO.

### **CONDICIÓN FAUNÍSTICA**

Dentro de la microcuenca se lograron identificar un total de 159 especies de vertebrados, principalmente aves, debido a distintos factores como la facilidad de avistamiento, tienen el mayor número de especies representadas en la zona y a que la mayoría son diurnas, seguido por el grupo de reptiles, mamíferos y finalmente anfibios.

*Cuadro 34. Resumen de los vertebrados identificados dentro de la microcuenca.*

GRUPO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010		
					A	P	Pr
ANFIBIOS	4	7	7	4	0	0	2
AVES	29	76	99	17	0	0	3
MAMÍFEROS	11	17	18	2	1	0	0
REPTILES	15	31	35	21	6	0	12
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>131</b>	<b>159</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>17</b>

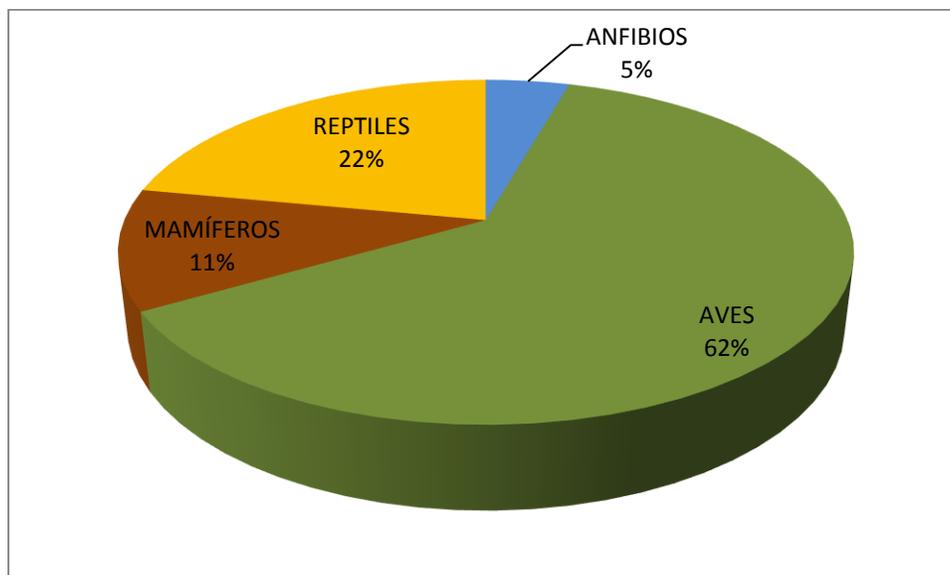


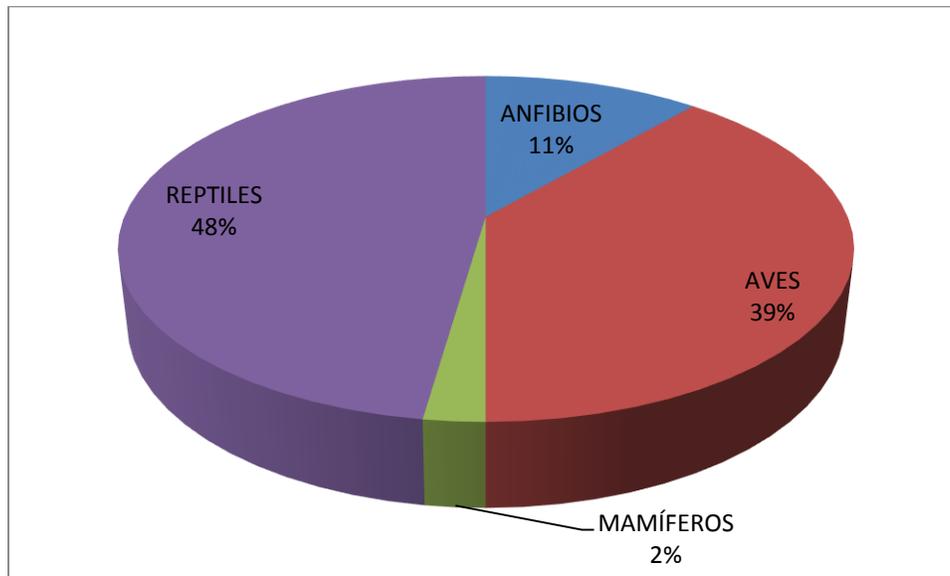
Figura 52. Porcentaje de especies por grupo de vertebrados identificados.

Como se muestra en la gráfica anterior el grupo más abundante en el sitio es el de las aves en las que las especies más abundante fueron el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), la tótrola cola larga (*Columbina inca*), y el zopilote aura (*Cathartes aura*), todas estas especies se pueden encontrar con relativa facilidad en toda la región y especies como el garrapatero pijuy y el zanate mayor se asocia a sitios agropecuarios o cercanos a poblaciones, de los mamíferos las especies con mayor abundancia fueron el tezmo (*Notocitellus annulatus*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*) y el murciélago (*Artibeus lituratus*), de los reptiles la cuije de cola roja (*Aspidsocelis communis*), el roño de paño (*Norops nebulosus*) y el roño de suelo (*Sceloporus utiformis*) y finalmente el grupo con menos especies el de los anfibios en donde las especies más abundantes fueron la rana pustulosa (*Lithobates pustulosus*) y la rana de árbol enana (*Tlalocohyla smithii*).

De las especies identificadas 45 son consideradas endémicas de México. Los reptiles presentan la mayoría de endemismos con 21 especies lo que representa el 47% del total de especies identificadas, seguido por las aves con 17 especies endémicas lo que corresponde al 38% del total

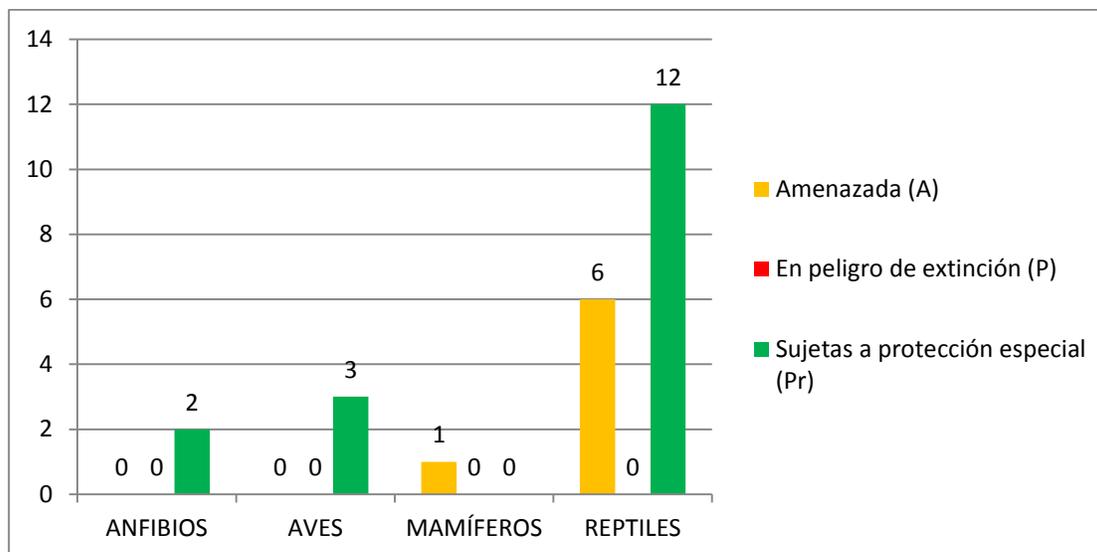


identificado, los anfibios con 5 especies endémicas y finalmente los mamíferos con 1 especie endémica.



*Figura 53. Porcentaje de endemismos por grupo de vertebrados identificados.*

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 7 especies se encuentran amenazadas (A) y 17 especies se consideran bajo estatus de protección especial (Pr). Al igual que en los endemismos, los reptiles son las especies con mayor inclusión dentro de la Norma Oficial con 18 especies listadas, seguidos por las aves con 3 especies protegidas, los anfibios con 2 y finalmente los mamíferos con 1 especie dentro de la lista.



**Figura 6.** Especies protegidas por grupo de vertebrados.

### ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada grupo de vertebrados, este índice varía entre 0,5 y 5, en donde valores menores a 2 se aplican para sitios con baja diversidad, valores entre 2 y 3 en sitios normales y arriba de 3 a sitios con diversidad alta.

La siguiente tabla muestra el índice calculado de cada grupo de vertebrados.

**Cuadro 35.** Índice de Shannon-Wiener.

	Anfibios	Aves	Mamíferos	Reptiles
<b>Índice de Shannon-Wiener</b>	1.8388	4.0924	2.5500	2.9923

De acuerdo a los valores obtenidos la microcuenca presenta valores normales de diversidad, esto muestra una microcuenca en buen estado de conservación pero sin llegar a ser excepcional o en con valores que resulten alarmantes por su baja diversidad.



## LISTADOS DE FAUNA DENTRO DE LA MICROCUENCA

### ANFIBIOS

El siguiente listado contiene las especies de anfibios identificados dentro de la microcuenca, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 36. Anfibios dentro de la microcuenca.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Hylidae	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Rana cara de niño	Endémica		LC
Hylidae	<i>Exerodonta smaragdina</i>	Ranita de pastizal	Endémica	Pr	LC
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana hojarasca	No endémica		LC
Ranidae	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana pustulosa	Endémica	Pr	LC
Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo bufo	No endémico		LC
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	Endémica		LC
Hylidae	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Rana de árbol enana	Endémica		LC

### AVES

El siguiente listado contiene las especies de aves identificadas dentro de la microcuenca, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 37. Aves dentro de la microcuenca.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	No endémica		LC
Trochilidae	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	Endémica		LC
Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	No endémica		LC
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrion	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero	No endémica		LC



Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe mascarita	No endémica		LC
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	No endémica		LC
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán cola roja	No endémica		LC
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguillilla gris	No endémica		LC
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguillilla negra común	No endémica	Pr	LC
Icteridae	<i>Cacicus melanicterus</i>	Calandria de copete	No endémica		LC
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca frente blanca	No endémica		LC
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Saltapared	Endémica		LC
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	No endémica		LC
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe	No endémica		NE
Fringillidae	<i>Carduelis notata</i>	Jilguerito	No endémica		LC
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	No endémica		LC
Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	Mirlillo	No endémica		LC
Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Mirlillo	No endémica		LC
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Tapacaminos menor	No endémica		LC
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	No endémica		LC
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	No endémica		LC
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	No endémica		LC
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita, Torcacita	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí mosquerito	No endémica		NT
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	No endémica		LC
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	No endémica		LC
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Pico gordo	No endémica		LC
Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Endémica		LC
Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	No endémica		LC
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	No endémica		NE
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquerito	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	No endémica		LC
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Cotorra atolera	No endémica	Pr	LC
Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón enano	No endémica		LC
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	No endémica		LC
Psittacidae	<i>Forpus cyanopygius</i>	Perico catarina	Endémica	Pr	NT
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta	No endémica		LC
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	No endémica		LC
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito	Endémica		LC
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	No endémica		LC
Icteriade	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero	Endémica		LC
Icteriade	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero	No endémica		LC
Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria	No endémica		LC



Parulidae	<i>Leiostyris celata</i>	Chipe corona negra	No endémica		NE
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	No endémica		LC
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero	No endémica		LC
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica		LC
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Mosquero	No endémica		LC
Icteriade	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	No endémica		LC
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Mosquero	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Tirano copetón	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquero	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	No endémica		LC
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tapacaminos	No endémica		LC
Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corona anaranjada	No endémica		NE
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca	Endémica		LC
Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe	No endémica		LC
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	No endémica		LC
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Semillero pico gordo	No endémica		LC
Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	No endémica		LC
Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de collar	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	No endémica		LC
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	No endémica		LC
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	No endémica		LC
Sylviidae	<i>Polioptila nigriceps</i>	Reinita	Endémica		LC
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Brasita	No endémica		LC
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	No endémica		LC
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	No endémica		LC
Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Gorrión	No endémica		LC
Parulidae	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Chipe	No endémica		LC
Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Chuparosa	No endémica		LC
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe	No endémica		NE
Parulidae	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe	No endémica		NE
Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Semillero	Endémica		LC
Emberizidae	<i>Sporophila minuta</i>	Semillero	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	No endémica		LC
Troglodytidae	<i>Thryothorus felix</i>	Chivirín feliz	Endémica		LC
Troglodytidae	<i>Thryothorus sinaloa</i>	Matraca	Endémica		LC



Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Matraca	No endémica		LC
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino	Endémica		LC
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo	Endémica		LC
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	No endémica		LC
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	No endémica		NT
Vireonidae	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo	Endémica		LC
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo	No endémica		LC
Vireonidae	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo	Endémica		LC
Vireonidae	<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero	No endémica		LC
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola alablanca	No endémica		LC
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	No endémica		LC

## MAMÍFEROS

El siguiente listado contiene las especies de los mamíferos identificados dentro de la microcuenca, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 38. Mamíferos dentro de la microcuenca.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Choeroniscus godmani</i>	Murciélago	No endémico		LC
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	No endémico		LC
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Murciélago	No endémico		LC
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo lizado	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago	No endémico		LC
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	No endémico		LC
Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tezmo	Endémico		NE
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No endémico		LC
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí	No endémico		LC



Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No endémico		LC
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murcielago	No endémico		LC
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Onza	No endémico	A	LC
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	No endémico		LC

## REPTILES

El siguiente listado contiene las especies de los reptiles identificados dentro de la microcuenca, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 39. Reptiles dentro de la microcuenca.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Viperidae	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Zolcuate	Endémica	Pr	NT
Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>	Cuije de cola roja	Endémica	Pr	LC
Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattisima</i>	Cuije de cola azul	Endémica	Pr	LC
Corytophanidae	<i>Basiliscus vitattus</i>	Basilisco	No endémica		NE
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	No endémica		NE
Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra chirrionera	No Endémica		LC
Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Endémica	Pr	LC
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Endémica	A	NE
Colubridae	<i>Dipsas gaigeae</i>	Culebra caracolera	Endémica	Pr	LC
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Tilcuate	No Endémica		LC
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Corredora	No Endémica		NE
Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Escorpión	No endémica	A	LC
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	No endémica		LC
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Cuije arcoiris	No endémica		NE
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	No endémica	Pr	NE
Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Casco de burro	Endémica	Pr	LC
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo	No endémica	A	LC
Dipsadidae	<i>Leptodeira maculata</i>	Víbora	Endémica	Pr	LC
Colubridae	<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra perico	Endémica	A	LC



Colubridae	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra lagartijera	Endémica		LC
Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Corredora	Endémica	A	LC
Elapidae	<i>Micrurus distans</i>	Serpiente coralillo	Endémica	Pr	LC
Dactyloidae	<i>Norops nebulosus</i>	Roño de paño	Endémica		LC
Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquillo	No Endémica		NE
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>	Pata de res	Endémica		LC
Scincidae	<i>Plestiodon dugesii</i>	Salamanquesa de cola azul	Endémica	Pr	VU
Dipsadidae	<i>Rhadinaea hesperia</i>	Culebra café de Occidente	Endémica	Pr	LC
Colubridae	<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra chirrionera	Endémica	Pr	LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Roño espinoso	Endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño de árbol	No endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño	Endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	Endémica		LC
Colubridae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	No Endémica	A	LC
Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra ojo de agua	No endémica		NE
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Cuije de árbol	Endémica		LC

## FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO

### MUESTREO DE CAMPO

El muestreo de campo fue realizado dentro del área del proyecto, en donde se establecieron 10 sitios de muestreo para realizar la identificación de los vertebrados presentes en el área.

Los métodos de muestreo utilizados dentro del proyecto fueron los mismos utilizados para la microcuenca. Colocación de trampas tipo Tomahawk, redes de niebla, cámaras trampa, transectos, búsquedas directas e identificación de rastros, excretas y huellas.

Se colocaron la misma cantidad de trampas, cámaras y redes de niebla dentro del sitio del proyecto durante el mismo tiempo por sitio implementado en la microcuenca.

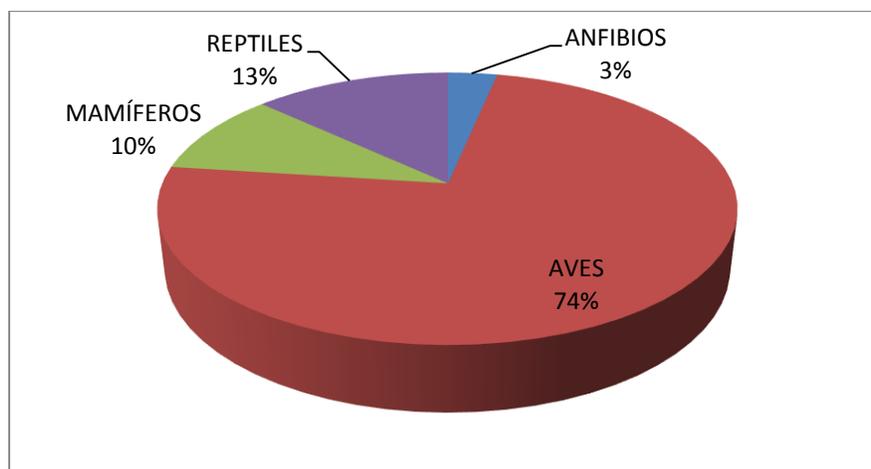


## CONDICIÓN FAUNÍSTICA

Dentro del sitio del proyecto se lograron identificar un total de 61 especies de vertebrados principalmente aves, debido principalmente a la facilidad de avistamiento, mayor número de especies por grupo y a que la mayoría son diurnas, seguido por el grupo de reptiles con 8 especies identificadas, el grupo de los mamíferos con 6 especies y finalmente los anfibios con 2 especies identificadas.

*Cuadro 40. Resumen de vertebrados identificados en el sitio del proyecto.*

GRUPO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010		
					A	P	Pr
ANFIBIOS	2	2	2	1	0	0	0
AVES	22	42	45	7	0	0	1
MAMÍFEROS	5	6	6	1	0	0	0
REPTILES	4	5	8	7	1	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

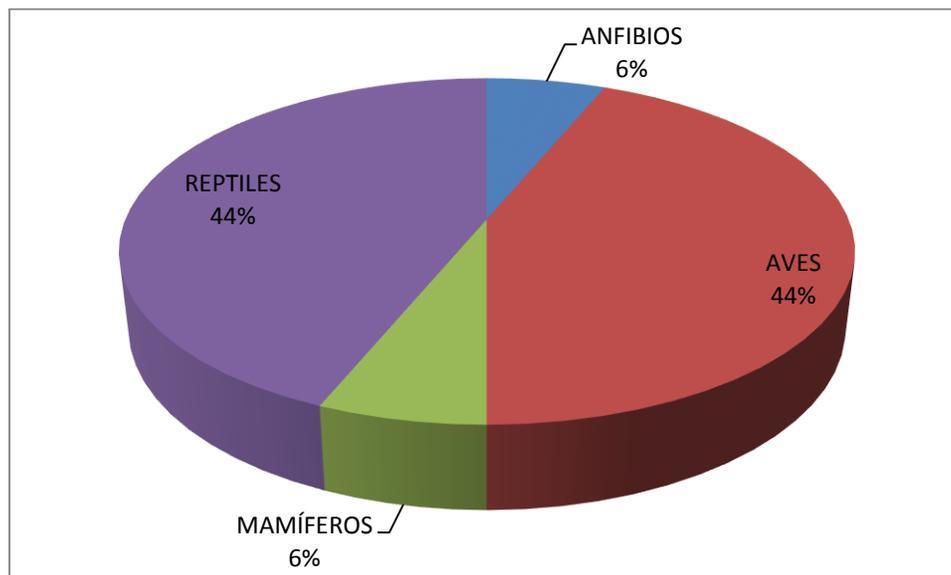


*Figura 54. Porcentaje de especies por grupo de vertebrados identificados en el sitio del proyecto.*



De acuerdo a la gráfica anterior el grupo más abundante en el sitio es el de las aves en las que la especie más abundante fue el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*) el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y la paloma o tórtola alablanca (*Zenaida asiatica*), de los mamíferos las especie con mayor abundancia fue el tezmo (*Notocitellus annulatus*) y el murciélago (*Artibeus lituratus*), de los reptiles la cuije cola roja (*Aspiloscelis communis*) y de los anfibios solo se observaron dos individuos una rana cara de niño (*Agalychnis dacnicolor*) y una rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*).

De las especies identificadas, 16 son consideradas como endémicas de México. Las aves presentan y los reptiles cuentan con el mismo número de especies endémicas (7) representando el 44% cada grupo, de igual manera los mamíferos y anfibios se encuentran con una sola especie endémica representando el 6% cada grupo.



*Figura 55. Porcentaje de especies endémicas por grupo de vertebrados identificados en el sitio del proyecto.*

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo 1 especie se considera amenazada (A) y 3 especies se consideran bajo estatus de protección especial (Pr). Los reptiles presentan el mayor número de especies dentro



de la Norma Oficial con 3 especies, dentro de las aves solo 1 especie se encuentra bajo protección especial y de los anfibios y mamíferos no presentan especies dentro de la Norma Oficial.

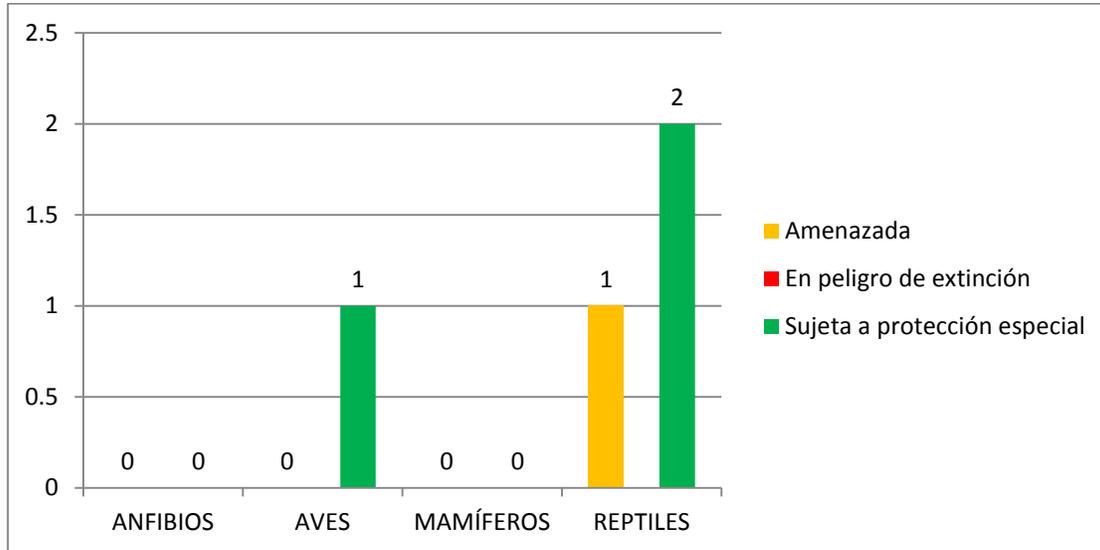


Figura 56. .Especies protegidas por grupo de vertebrados.

### ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada grupo de vertebrados presentes en el sitio del proyecto, este índice varía entre 0,5 y 5, en donde valores menores a 2 se aplican para sitios con baja diversidad, valores entre 2 y 3 en sitios normales y arriba de 3 a sitios con diversidad alta.

La siguiente tabla muestra el índice calculado de cada grupo de vertebrados.

Cuadro 41. Índice de Shannon-Wiener.

	Anfibios	Aves	Mamíferos	Reptiles
<b>Índice de Shannon-Wiener</b>	0.6931	3.5730	1.6715	1.8064

De acuerdo a los valores obtenidos la microcuenca presenta valores normales a bajos de diversidad.



## LISTADOS DE FAUNA DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO

### ANFIBIOS

El siguiente listado contiene las especies de anfibios identificados dentro del sitio del proyecto, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 42. Anfibios dentro del sitio del proyecto.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENEDISMO	NOM-059	UICN
Hylidae	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Rana cara de niño	Endémica		LC
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana de hojarasca	No endémica		LC

### AVES

El siguiente listado contiene las especies de aves identificados dentro del sitio del proyecto, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 43. Aves dentro del sitio del proyecto.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	No endémica		LC
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe mascarita	No endémica		LC
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	No endémica		LC
Icteridae	<i>Cacicus melanicterus</i>	Calandria de copete	No endémica		LC
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca frente blanca	No endémica		LC
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe	No endémica		NE
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	No endémica		LC
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	No endémica		LC
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita, Torcacita	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí mosquerito	No endémica		NT



Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	No endémica		LC
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	No endémica		LC
Trochilidae	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Endémica		LC
Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	No endémica		LC
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Cotorra atolera	No endémica	Pr	LC
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	No endémica		LC
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	No endémica		LC
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	No endémica		LC
Icteriade	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero	No endémica		LC
Parulidae	<i>Leiothlypis celata</i>	Chipe corona negra	No endémica		LC
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Mosquero	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	No endémica		LC
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tapacaminos	No endémica		LC
Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corona anaranjada	No endémica		NE
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca	Endémica		LC
Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	No endémica		LC
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	No endémica		LC
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	No endémica		LC
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	No endémica		LC
Sylviidae	<i>Polioptila nigriceps</i>	Reinita	Endémica		LC
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Brasita	No endémica		LC
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	No endémica		LC
Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Gorrión	No endémica		LC
Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Chuparosa	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	No endémica		LC
Troglodytidae	<i>Thryothorus felix</i>	Chivirín feliz	Endémica		LC
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogon citrino	Endémica		LC
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo	Endémica		LC
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	No endémica		LC
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero	No endémica		LC
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola alablanca	No endémica		LC
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	No endémica		LC



## MAMÍFEROS

El siguiente listado contiene las especies de los mamíferos identificados dentro del sitio del proyecto, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 44. Mamíferos dentro del sitio del proyecto.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENEDISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	No endémico		LC
Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago	No endémico		LC
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No endémico		LC
Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tezmo	Endémico		NE
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No endémico		LC
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí	No endémico		LC

## REPTILES

El siguiente listado contiene las especies de los reptiles identificados dentro del sitio del proyecto, así como su endemismo, inclusión dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

*Cuadro 45. Reptiles dentro del sitio del proyecto.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Teiidae	<i>Aspidozelis communis</i>	Cuije de cola roja	Endémica	Pr	LC
Teiidae	<i>Aspidozelis lineattisima</i>	Cuije de cola azul	Endémica	Pr	LC
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Endémica	A	NE
Dactyloidae	<i>Norops nebulosus</i>	Roño de paño	Endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Roño espinoso	Endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño de árbol	No endémica		LC

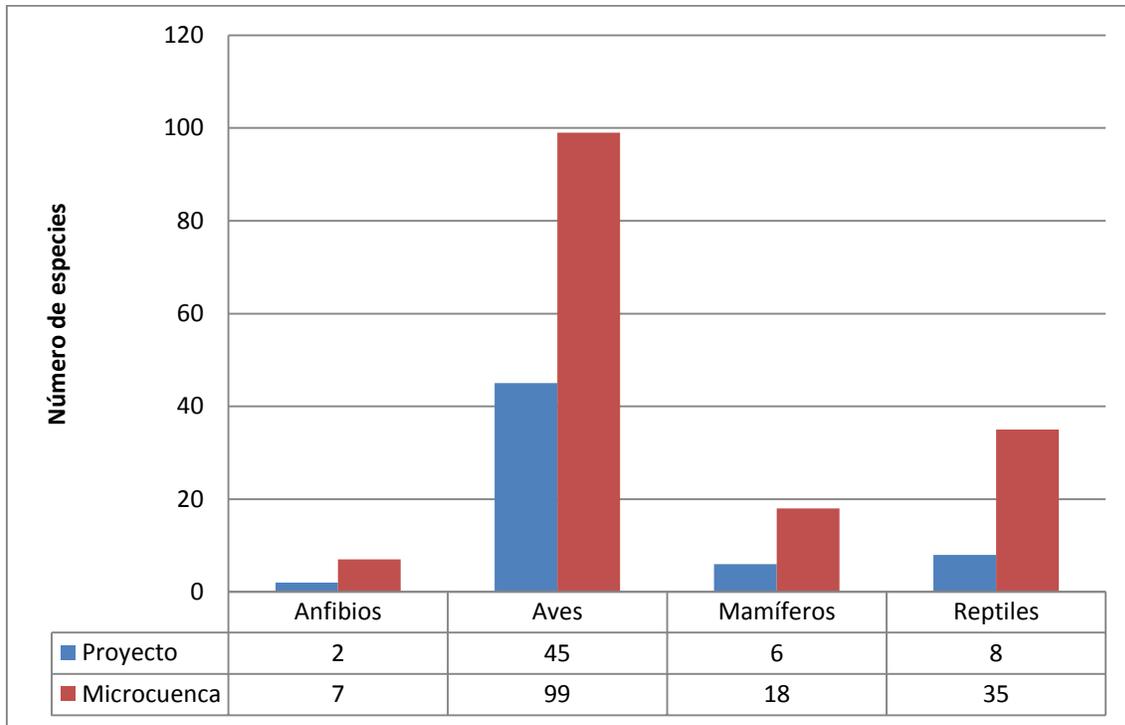


Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	Endémica		LC
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Cuije de árbol	Endémica		LC

## COMPARACIÓN ENTRE LA DIVERSIDAD DE LA MICROCUENCA Y LA DEL PROYECTO

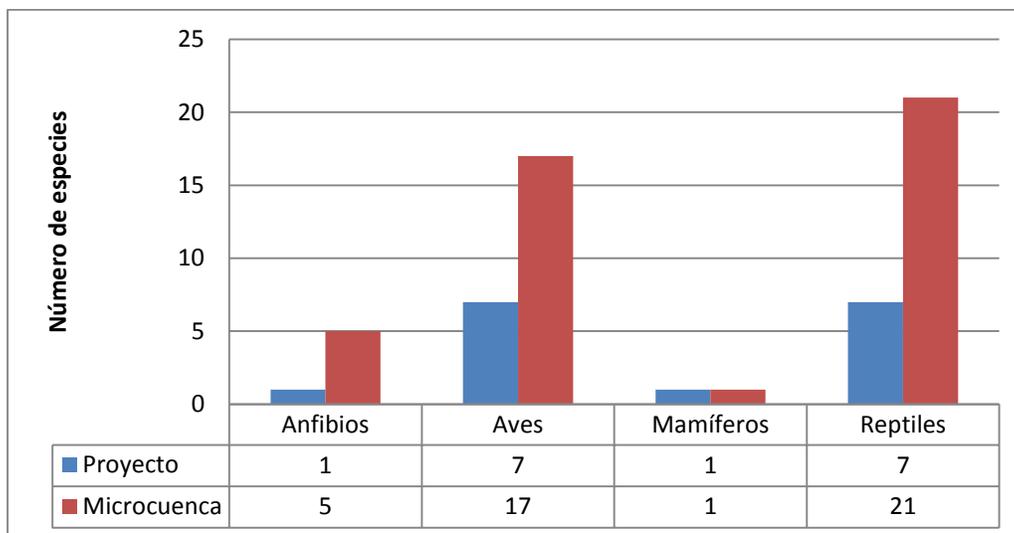
De acuerdo a los datos obtenidos en el muestreo de campo y posterior análisis sobre la composición faunística de la microcuenca y el sitio del proyecto, se corroboró que todas las especies encontradas dentro del sitio del proyecto se encuentran presentes dentro de la microcuenca, descartando con ello la afectación a especies microendémicas o con requerimientos específicos para su subsistencia dentro del área destinada para el proyecto.

Asimismo se puede constatar que la diversidad presente en el sitio del proyecto es menor que la que se encontró en la microcuenca. De esta manera, el impacto sobre la fauna silvestre no representaría una amenaza hacia el correcto funcionamiento del ecosistema dentro de la microcuenca.



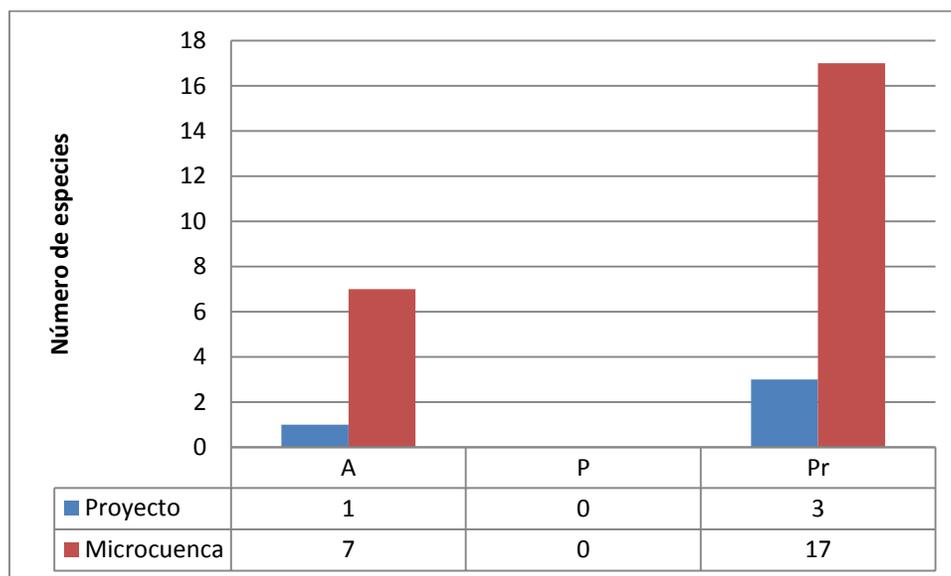
*Figura 57. Comparación entre el la diversidad faunística de la microcuenca y el sitio del proyecto.*

Las especies endémicas de México identificadas en el área del proyecto se encuentran presentes al igual que en la microcuenca, en todo el estado, y la gran mayoría en la vertiente del Pacífico desde el sur de Sinaloa hasta Michoacán, por lo que el desarrollo del proyecto no afecta significativamente sus poblaciones y/o la presencia de dichas especies en la zona.



*Figura 58. Comparación de la cantidad de especies endémicas presentes en la microcuenca y el sitio del proyecto.*

En lo que respecta a especies protegidas, en el sitio se pueden encontrar 4 especies protegidas en comparativa de las 24 en la microcuenca, esto se debe principalmente a la diferencia de superficie del proyecto Vs la de la microcuenca, sin embargo se consideran medidas de mitigación que disminuyan el impacto sobre dichas especies.



*Figura 59. Comparación de la cantidad de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en la microcuenca y el sitio del proyecto.*



De acuerdo a los valores obtenidos en el índice de diversidad de Shannon-Wiener, así como en la comparación de la riqueza de especies y aquellas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en la microcuenca y el sitio del proyecto, la microcuenca se considera cuenta con condiciones de conservaciones normales a altas y como normal a bajos en el polígono del proyecto.

Por lo tanto y con base en los datos obtenidos dentro del sitio del proyecto y la microcuenca, el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la permanencia y/o supervivencia de cualquier especie en la zona, sin embargo la remoción de vegetación en el área del proyecto desplazará la fauna silvestre en el sitio por lo que se prevén medidas de mitigación que disminuyan el impacto sobre las mismas y mantengan la dinámica entre los organismos en la microcuenca.

#### **IV.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO.**

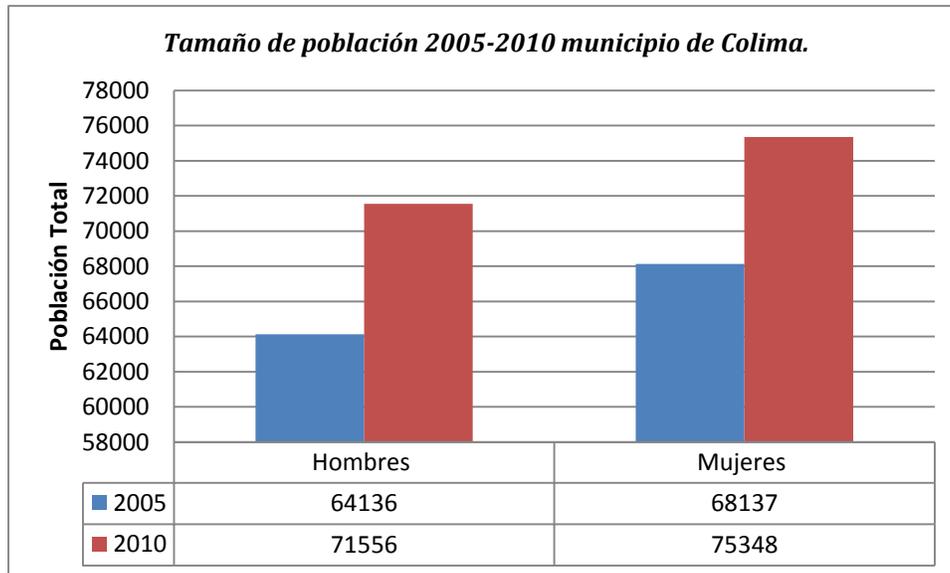
El Municipio de Colima es parte de la Zona Metropolitana Colima-Villa de Álvarez, junto con los municipios de Cómala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Álvarez, consolidándose como una unidad urbano-territorial.

La ciudad de Colima concentra la mayoría de los recursos económicos, humanos y de servicios, provocando la dependencia de las localidades rurales e incluso de comunidades de los estados vecinos hacia la ciudad; ocasionando un incremento de la demanda de equipamiento, de infraestructura, del transporte público, de las comunicaciones y de las ofertas de empleo; jugando entonces, un papel preponderante a nivel municipal y estatal.



En el año 2010 se estima para el municipio de Colima una población de 146,904 habitantes. Este tamaño de población supera, aún, al tamaño de población del municipio de Villa de Álvarez.

*Figura 60. Tamaño de población 2005-2010 municipio de Colima*

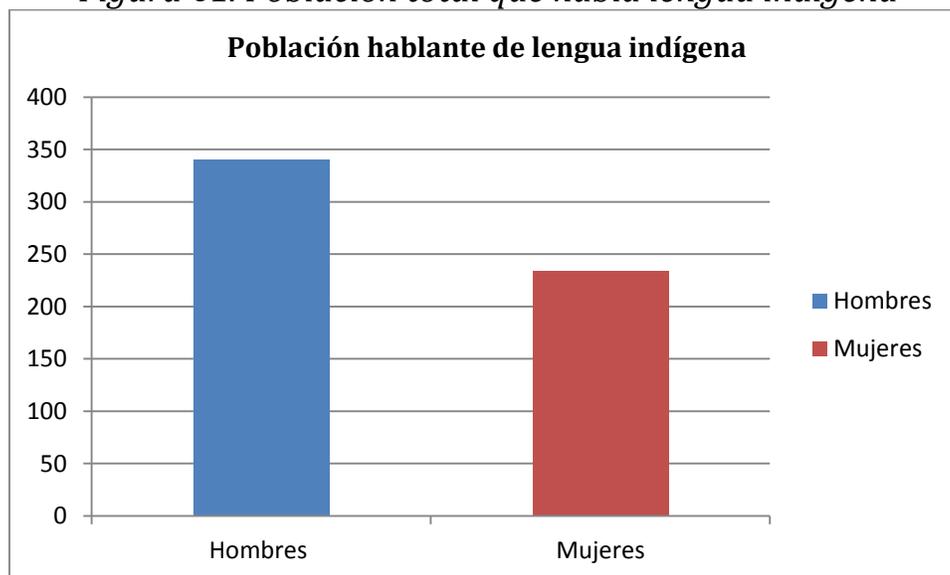




## Grupos étnicos

De acuerdo con los últimos datos disponibles del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) la población indígena en el Municipio representa el 0.38% de la población total, concentrándose la mayor proporción en el ciudad de Colima con 499 habitantes de 3 años y más que habla alguna lengua indígena. En la Zona Rural únicamente se registraron 15 habitantes como parte de la población indígena, es decir que no existe una concentración importante de población indígena en ninguna localidad fuera de la Ciudad.

*Figura 61. Población total que habla lengua indígena*



Asimismo, de acuerdo con el Estudio de Segregación Espacial en la ciudad de Colima 2010 (IPCO, 2012) la distribución de habitantes de habla indígena en el municipio es dispersa con tendencia hacia las periferias, en la zona oriente principalmente, y en algunas colonias del centro y al sur del municipio.



## Migración

El tamaño de población de la ciudad, del municipio y la zona metropolitana se explica tanto por un crecimiento natural (nacimientos vs defunciones), como por un crecimiento social (inmigrantes vs emigrantes). Hacia el año 2010, la migración acumulada representaba el 28% de la población total y la migración reciente alrededor del 7%. Aunque ambas atracciones migratorias han sido eminentemente urbanas, en el periodo del año 2005 al 2010 la que generó la ciudad de Villa de Álvarez del año 2005 al 2010 fue ligeramente mayor a la que generó la ciudad de Colima.

*Cuadro 46. Tasa de migración del Municipio.*

Territorio	Tasa de Migración		Población	
	Acumulada	Residente	Nacida en otra entidad	Residente en otra entidad
Mpo				
Colima	28	9.68	40	9077
Cd Colima	28	7	39108	8749
Zona Rural	18	3.8	1697	328
ZMCVA	15	6.5	82808	19736
Cd Villa A.	28	8.4	37711	8869
Edo				
Colima	28	7.1	182943	41483

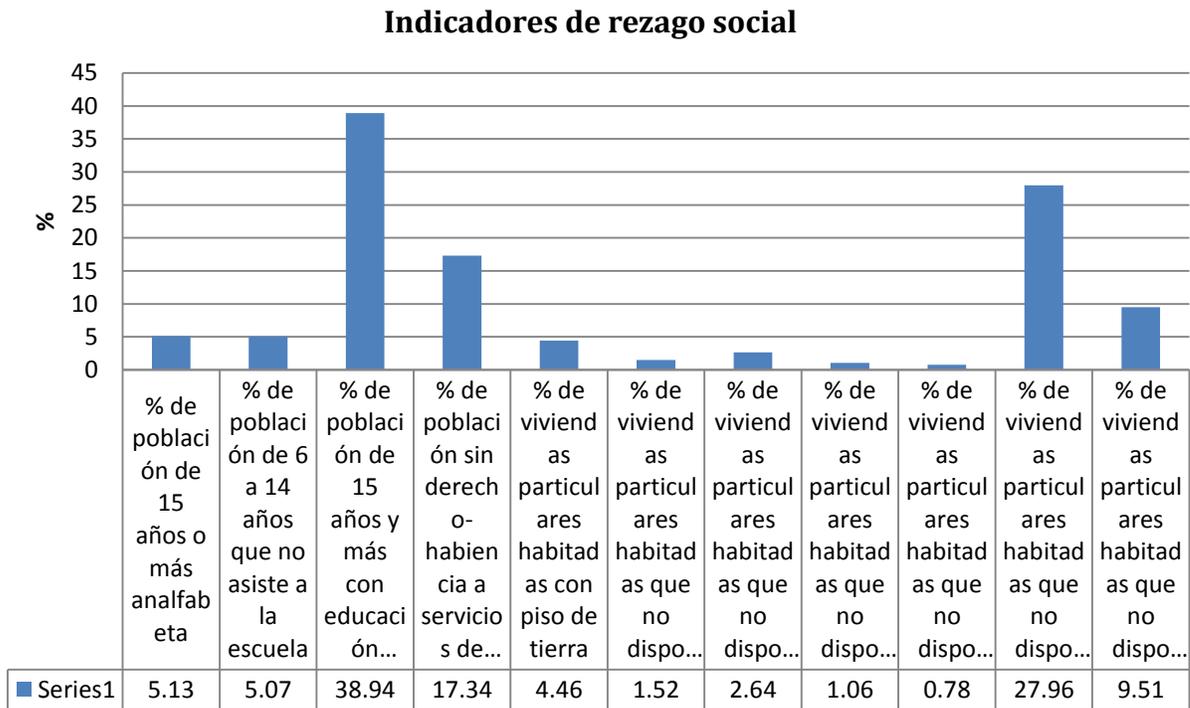
## Rezago Social

El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales, con el fin de establecer parámetros y medidas para implementar y evaluar programas sociales.

En municipio de Colima está catalogado con un índice de rezago social “Muy bajo” según las estadísticas de los años 2005 y 2010.

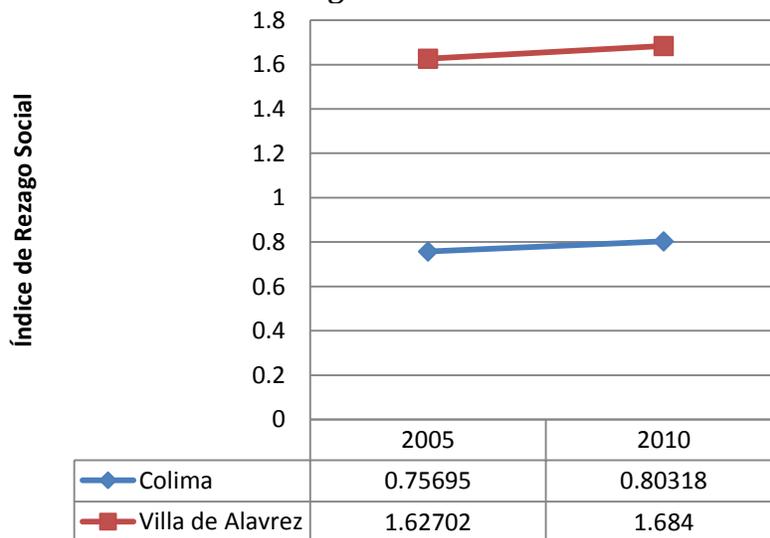


**Cuadro 47. Indicadores de Rezago Social en el municipio de Colima.**



La Figura siguiente se compra el índice de rezago social entre el municipio de Colima y Villa de Álvarez, aquí es posible observar que este indicador es mayor para el municipio de Villa de Álvarez.

*Figura 62. Posición de Rezago a nivel municipal de las localidades en cuestión según datos del INEGI*



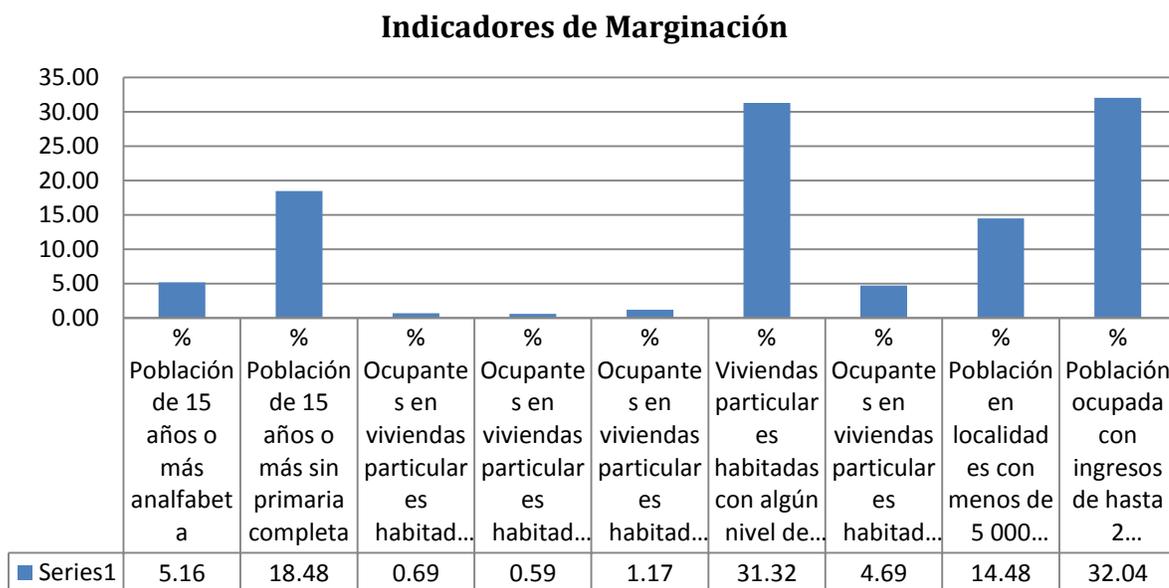


La cobertura de servicios básicos es casi completa para el municipio de Colima. Servicios como la disponibilidad de agua entubada y su acceso, cubren el 99% de las viviendas particulares habitadas. Tan sólo el 1% de la población no dispone de agua entubada en su vivienda y tiene que llevarla por acarreo de otra vivienda, de una pipa, un pozo, de un río, arroyo o lago y de la recolección de la lluvia.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), para el año 2010 en el municipio de Colima se tenía una población de 43,104 habitantes en situación de pobreza<sup>12</sup>, lo que representa el 29% de la población total municipal. Dicha población presenta carencias sociales tales como educación, salud, seguridad social, vivienda, servicios básicos y alimentación; además de mostrar bajos ingresos. Asimismo, el 26.5% de la población (40,933 habitantes) se encuentra en situación de pobreza moderada, la cual se refiere a las personas que tienen una o más carencias en algunos de los indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación. El 1.4% de la población (2,172 habitantes), tiene una situación de pobreza extrema, lo que significa que tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que, además, se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Las personas en esta situación disponen de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicase por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana



Figura 63. Indicadores de Marginación social en el municipio.



## Salud

En el tema de salud, existe una relación de dependencia de las localidades rurales respecto a la ciudad de Colima, debido a que en varias localidades el servicio de salud no cuenta con la cobertura y la calidad en el servicio, por lo que la población acude a la ciudad para ser atendidos. Además de que la ciudad de Colima cuenta con hospitales de especialidades médicas y de carácter regional, lo que ha llevado a que otros municipios e incluso otros estados, dispongan de sus servicios.

Del total de habitantes en el municipio de Colima, el 86% es derechohabiente a servicios de salud, lo que significa que se encuentran afiliados en algún servicio de salud público y es beneficiario directo; frente a un 14% de la población que no se encuentra registrada en algún programa de salud. Hay más mujeres afiliadas a servicios de salud que



hombres, aunque esta proporción puede deberse a que existe un mayor número de mujeres que de hombres en el municipio de Colima.

## **Educación**

La situación educativa de la población nos permite medir el nivel de calidad de vida así como también la capacidad de desarrollo económico local. Se estima que un mayor nivel de escolaridad permite a la población hacer un mejor uso y aprovechamiento de otros equipamientos y servicios, como son los del sector salud, asistencia social, cultura, recreación, deporte, entre otros, ampliando la posibilidad del desarrollo individual y del bienestar colectivo.

La educación preescolar y primaria en el municipio cuenta con 171 planteles, los cuales se encuentran principalmente distribuidos en la Zona Urbana; 22 localidades cuentan con equipamiento básico educativo.

El equipamiento de la Zona Urbana se encuentra cubierto en el sentido de la distribución física, sin embargo los elementos existentes trabajan con más de la capacidad máxima de niños por aula; ya que existen grupos de hasta 45 alumnos por aula y no 35 como lo marca la normativa.

Algunas acciones en materia de ampliación de los planteles educativos existentes podrán mejorar la cobertura; no obstante a nivel general dentro del municipio de Colima se considera que existe déficit de equipamiento en el rubro de educación, principalmente en su nivel básico.

## **Conectividad**

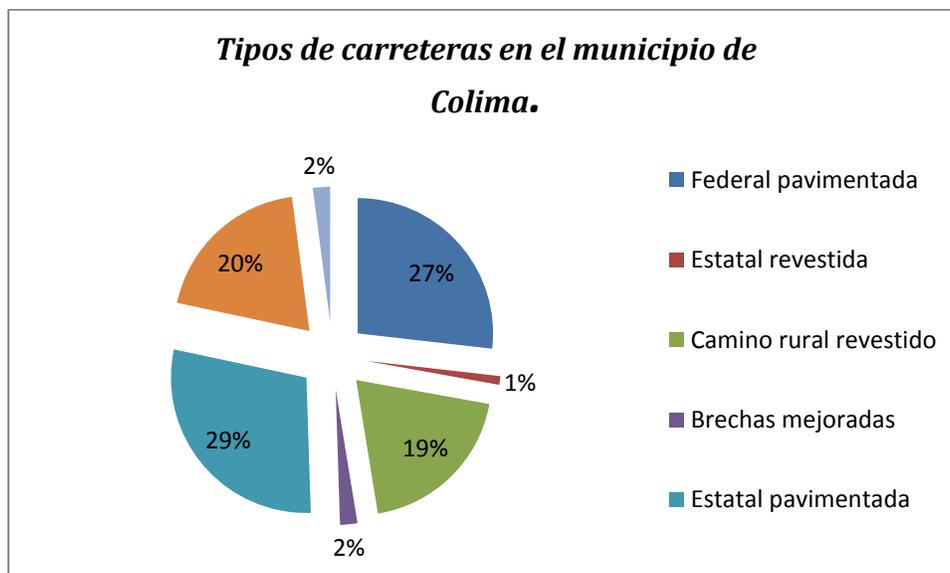
La red carretera es el principal medio de vinculación y conectividad que existe en el Municipio, especialmente porque permite el intercambio comercial de productos y servicios. Así mismo supone el acceso a los equipamientos existentes en la búsqueda de su desarrollo. De ahí surge la necesidad de contar con una red carretera en buenas condiciones que



permita el fácil acceso a todas las comunidades para propiciar su desarrollo y mejorar su calidad de vida.

El corredor carretero Manzanillo-Tampico de la región occidente cruza el Estado de Colima y el Municipio, siendo este corredor la vía principal del mismo. Su importancia a nivel nacional permite la entrada y salida de una buena parte de la mercancía que arriba y sale del Puerto de Manzanillo vía marítima y hace posible su distribución al resto de la República. El Municipio no solo cuenta con esta importante vía federal, también existe la carretera MEX-110 Colima- Jiquilpan, con vías estatales y vías municipales que a su vez se clasifican por el tipo de servicio que brindan a los habitantes que las utilizan.

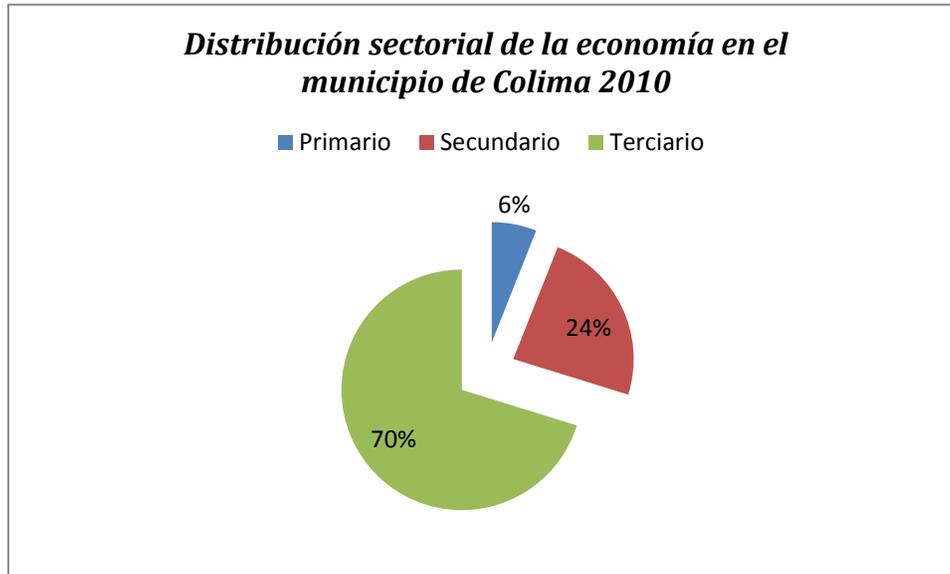
*Figura 64. Tipos de carretera en el municipio de Colima.*



### Inserción laboral

El censo del año 2010 revela que en el municipio de Colima, tanto en el medio urbano como en el rural, la cifra de población económicamente activa supera a la cifra de población económicamente inactiva y que prácticamente la mayoría se encuentra ocupada. El municipio de Colima, de acuerdo con un cruce de datos del Sistema de Cuentas Nacionales y del Censo Económico, participa de una estructura productiva de tipo terciarizada, representando el sector terciario el 70% de la riqueza social generada, en contraste con el sector secundario y primario que participan con el 24% y el 6%, respectivamente.

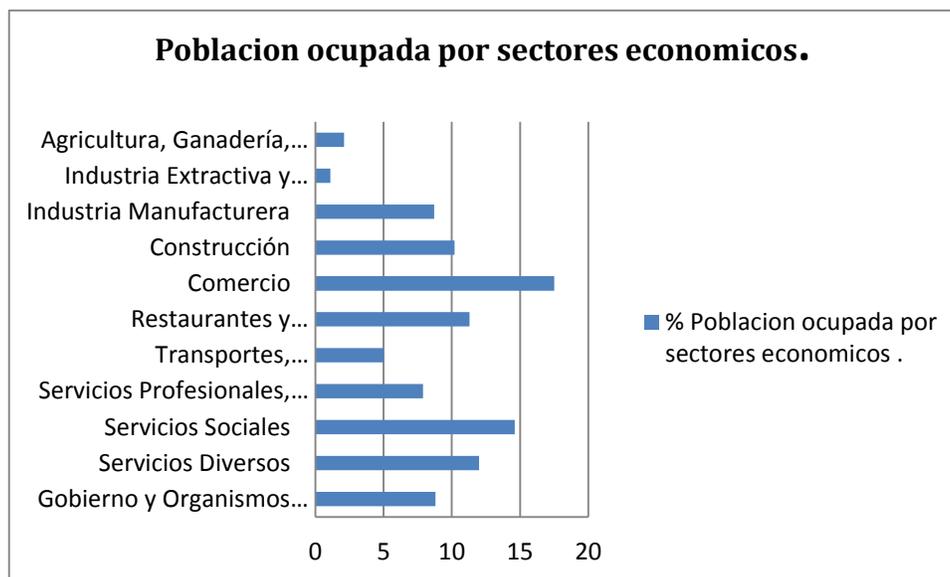
*Figura 65. Distribución sectorial de la economía en el municipio de Colima 2010. Fuente: Cuentas Nacional y Censo Económico del INEGI*



De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, .en la ciudad de Colima-Villa de Álvarez, hacia el año 2015, el comercio, los servicios sociales, de restaurantes y de hoteles, y otros diversos, así como la construcción, son las actividades con la mayor generación de ocupaciones, representando de manera conjunta a dos terceras partes de la población ocupada.



**Figura 66. Población Ocupada en los Sectores Económicos Cd Colima- Villa de Álvarez 2015. Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI (3er Trim.)**



La actividad económica del medio rural no es uniforme sobre el territorio. Si bien la mayoría de las zonas son agropecuarias y solo unas pocas soportan actividades silvícolas, mineras y/o agroindustriales, difiere el tipo de productos generados. Así, la actividad agropecuaria, con productos tales como ganado bovino, pasto, maíz, frijol y tamarindo es generalizada en todo el medio rural, pero la zona oriente es más propicia para el cultivo de árboles frutales debido a una mayor precipitación pluvial y a una orografía irregular, mientras que en las zona restantes es más viable la producción de ganado y cereales debido a un clima más seco y una orografía más llana.



Figura 67. Producción agrícola del municipio en el año 2010.

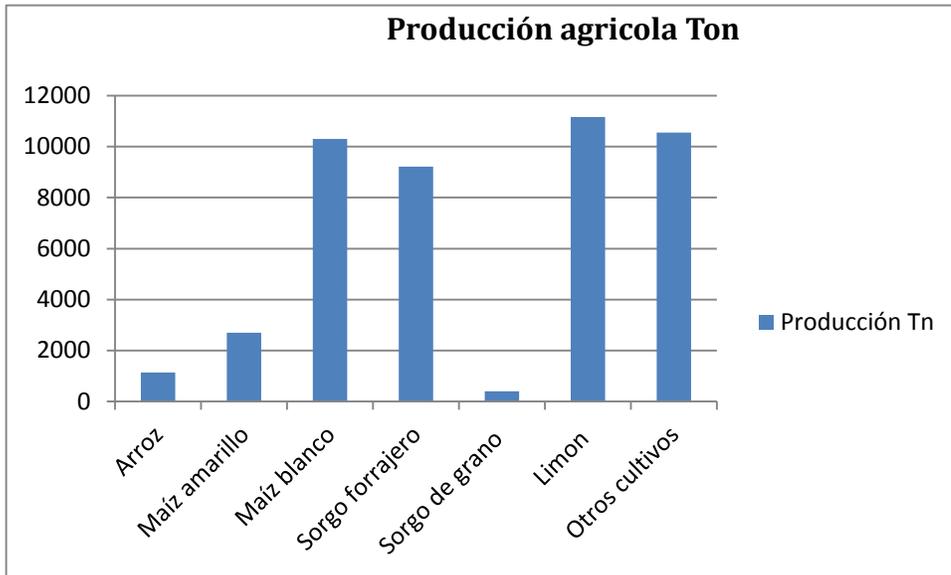
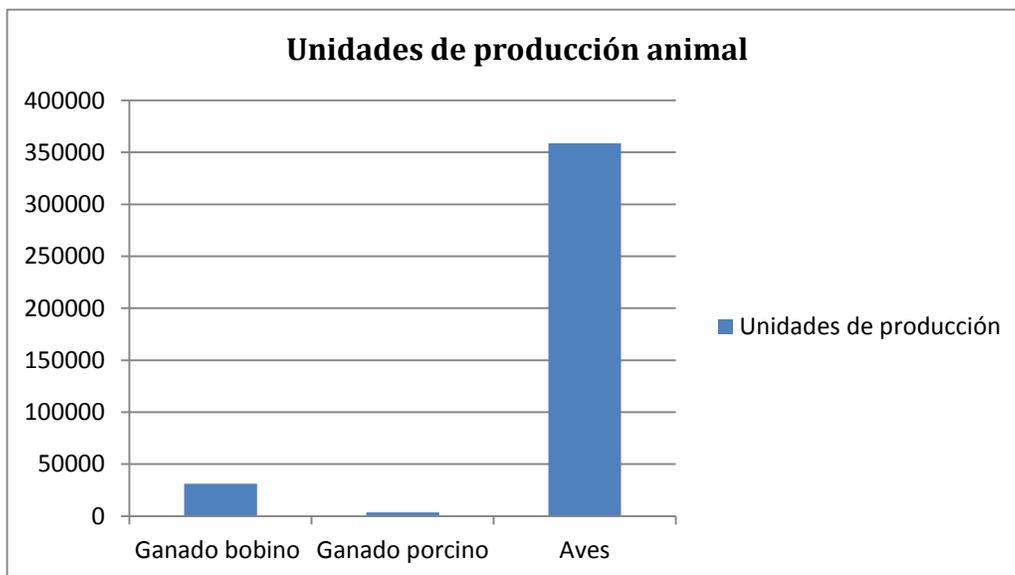


Figura 68. Unidades de producción de ganado.



*Cuadro 48. Perfil Productivo del Medio Rural 2011 en el Municipio de Colima 2009 Fuente: Planes Rectores de Producción en Microcuencas 2011.*

<b>Microcuenca</b>	<b>Tipo de Productos</b>
Estancia / Agropecuarios	Maíz, caña de azúcar, sorgo, arroz, tamarindo, Jamaica, palma de coco, lima, limón/Ganado bovino.
Asmoles Agropecuaria/Minería	Cultivos anuales de caña de azúcar y maíz/Cultivos perennes de limón chicozapote/Ganadería extensiva caprina, ovina, porcina y vacuna.
Piscila Agropecuaria y Silvícola	Forestal/Ganado vacuno/Agricultura temporal: maíz, sorgo, cacahuate y jamaica/Agricultura de riego: limón, forrajes y hortalizas.
Anzar Agropecuaria y Agroindustrial	Ganado bovino (leche y carne)/ Forrajes, maíz, sorgo, caña, arroz y jamaica/Derivados de jamaica como jarabes y esencias.
Astilleros Agropecuarios	Maíz, jamaica, caña de azúcar, calabaza y hortalizas/Ganado (leche y carne).
Trapichillos Agropecuaria	Pastoreo de ganado bovino/ Cultivo de caña de azúcar/ agave tequilero/ maíz, jamaica, tamarindo, sandía y melón.
Hervidero Agropecuaria	Cultivos de temporal como maíz y sorgo/Ganadería bovina extensiva. Actividades silvícolas (reforestación y conservación)
Tepames Agropecuaria	Ganadería bovina (carne y lácteos). Cultivo de caña de azúcar, maíz (para forraje), sorgo, jamaica y tamarindo.
Tinajas Agropecuaria y Silvícola	Cultivos de temporal (maíz y sorgo). Cultivos de riego (papayo y nopal). Pastoreo de ganado bovino. Recursos forestales (maderables y no maderables) para el autoconsumo.
Etapilla Agropecuaria	Forrajes, maíz, jitomate, papayo, chile, frijoles, sandia. Ganado bovino (leche y carne).
Tunas Agropecuaria	Ganadería bovina y caprina. Cultivo de temporal (maíz y sorgo). Cultivo de riego (frutales melón y papayo, hortalizas jitomate, forrajes y granos).



<b>V IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>235</b>
<b>V.1 METODOLOGÍA (MÉTODOS) PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>235</b>
<i>Indicadores de Impacto.....</i>	<i>236</i>
<i>Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.....</i>	<i>238</i>
<i>Criterios y métodos de evaluación de impactos ambientales.....</i>	<i>241</i>
<b>CRITERIOS DEFINIDOS PARA IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>245</b>
<b>PONDERACIÓN O VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO.....</b>	<b>255</b>
<i>OTROS ELEMENTOS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES A SER MODIFICADOS POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO EN DESARROLLO QUE FUERON CONSIDERADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS.....</i>	<i>257</i>
<b>V.2 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SEVEROS O CRÍTICOS SIGNIFICATIVOS.....</b>	<b>259</b>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: SUELO.....</i>	<i>260</i>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: FLORA.....</i>	<i>262</i>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: FAUNA.....</i>	<i>263</i>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: PAISAJE.....</i>	<i>265</i>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: AIRE.....</i>	<i>267</i>
<i>ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: HIDROLOGÍA.....</i>	<i>269</i>



## ÍNDICES DE CUADROS

<u><b>CUADRO 1. MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENERALES DEL PROYECTO.</b></u>	236
<u><b>CUADRO 2. LISTA DE INDICADORES A UTILIZAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS QUE PUDIERA GENERAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO “EL AMARRADERO”.</b></u>	238
<u><b>CUADRO 3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO “EL AMARRADERO”.</b></u>	243
<u><b>CUADRO 4. ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE DEL PROYECTO “EL AMARRADERO”.</b></u>	243
<u><b>CUADRO 5. MATRIZ QUE MUESTRA EL CARÁCTER O TIPOS DE IMPACTOS QUE GENERA EL PROYECTO.</b></u>	246
<u><b>CUADRO 6. TIPO DE IMPACTOS Y SUS PORCENTAJES, GENERADOS POR EL PROYECTO.</b></u>	246
<u><b>CUADRO 7. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA TIPO LEOPOLD MODIFICADA PARA EL PROYECTO CONTENIENDO, DE MANERA PUNTUAL, LOS ATRIBUTOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR ETAPAS.</b></u>	248
<u><b>CUADRO 8. CONTIENE EL TOTAL DE IMPACTOS POR ATRIBUTO TANTO ADVERSOS COMO POSITIVOS QUE GENERA EL PROYECTO EN EL SITIO DE INTERÉS Y EN EL SISTEMA AMBIENTAL.</b></u>	249
<u><b>CUADRO 9. TIPOS DE IMPACTO POR ETAPA</b></u>	249
<u><b>CUADRO 10. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS (CRITERIOS) UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN CUALITATIVA.</b></u>	250
<u><b>CUADRO 11. CONTENIENDO LA IAI Y SU VALORACIÓN O RANGO DE IMPORTANCIA.</b></u>	253
<u><b>CUADRO 12. VALORES PARA DEFINIR LA IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO (IAI).</b></u>	254
<u><b>CUADRO 13. MATRIZ DE PONDERACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO.</b></u>	255
<u><b>CUADRO 14. RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS.</b></u>	256
<u><b>CUADRO 15. MUESTRA LOS FACTORES AMBIENTALES Y ATRIBUTOS AFECTADOS POR IMPACTOS AMBIENTALES CLASIFICADOS COMO SEVEROS Y CRÍTICOS.</b></u>	256
<u><b>CUADRO 16. DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CADA FACTOR AMBIENTAL Y SUS AGENTES CAUSALES DE MODIFICACIÓN.</b></u>	258
<u><b>CUADRO 17. CONTIENE LOS FACTORES AMBIENTALES, LOS ATRIBUTOS IMPACTADOS Y LAS ACTIVIDADES QUE GENERAN LOS IMPACTOS CRÍTICOS Y SEVEROS CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO.</b></u>	260



## V IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### **III.7 Metodología (Métodos) Para Identificar Y Evaluar Los Impactos Ambientales.**

Para la identificación de los posibles Impactos Ambientales que se generarán durante el proceso de cambio de uso de suelo forestal y la extracción del material calizo, se utilizó una combinación de métodos iniciando primeramente con una identificación de posibles impactos mediante una matriz de causa-efecto por cada actividad a realizar y una descripción de los agentes causales de los posibles impactos.

Posteriormente, y con el propósito de identificar los impactos ambientales significativos, se realizó una serie de valoraciones de los impactos mediante varias matrices de doble entrada, mismas que fueron variando de lo general a lo más específico, lo que nos permitió afinar o definir con mayor precisión las acciones generadoras de impactos y localizar aquellos impactos adversos significativos o relevantes.

Para realizar una ponderación de los impactos ambientales se construyó una matriz de importancia de doble entrada que permite hacer una valoración cualitativa del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado, utilizando parámetros y técnicas de Conesa (2015).

Finalmente se realizó un análisis y descripción de los impactos ambientales significativos por factor ambiental.

La primera matriz construida (que hace la función de lista de chequeo) para la identificación de los impactos que generará la ejecución del plan de minado (**Cuadros 1 y 3**).



**Cuadro 49. Matriz para la evaluación de impactos generales del proyecto.**

Elementos Actividades	Aire		Agua		Suelo		Ecosistemas		Economía				
	Concentración de material particulado, gases y olores	Nivel de percepción sonora	Dinámica pluvial	Calidad físico-química	Propiedades físicas y químicas	Paisaje	Biocenosis	Biotopos	Actividades económicas	Empleo			
<b>Etapa preliminar</b>													
Actividades previas										X	X		2
<b>Etapa de preparación y construcción</b>													
Contratación de mano de obra										X	X		2
Remoción de vegetación y descapote	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
Excavaciones superficiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		9
Disposición de sobrantes de excavación	X	X	X	X	X						X		6
Transporte y acarreo	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		9
<b>Etapa de operación y mantenimiento del proyecto</b>													
Operación del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
Construcción de obras retención de suelos y agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		9
Trasporte y acareo de material extraído	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		9
<b>Etapa de abandono o restauración</b>													
Puesta en marcha del Plan de restauración del sitio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
													76
	8	8	8	8	8	7	7	7	7	5	10		76

De los resultados proporcionados por esta primera matriz (Lista de chequeo) de interacción de parámetros, se desprende que la implementación del proyecto generara un total de 76 interacciones, sin definir si son positivas o adversas al medio ambiente.

### Indicadores de Impacto.



Para efectos de evaluar las dimensiones y alcances de los efectos positivos y negativos que pudiera producir la implementación del proyecto, se definió un listado de indicadores de impacto por componente ambiental, para cada una de las actividades, en el entendido de que el concepto de indicador establece que; *es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio* (Ramos, 1987), y que puede ser medido cualitativamente y/o cuantitativamente respecto de su nivel de cambio de su estado natural.

En base a lo anterior y considerando el escenario ambiental actual del sitio del proyecto, y su sistema ambiental asociado, los criterios de selección de los indicadores de impacto fueron los siguientes:

1. **Representatividad:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de proyecto.
2. **Relevancia:** la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
3. **Excluyente:** no existe una superposición entre los distintos indicadores.
4. **Cuantificable:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
5. **Fácil identificación:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto se denota al comparar alternativas que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que recibe, y en nuestro caso nos fueron útiles para estimar los impactos del proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones. En este sentido, los indicadores de impacto están vinculados a la valoración del inventario de recursos naturales debido a que la magnitud de los impactos depende en gran medida del valor asignado a las diferentes variables inventariadas.

Otro aspecto importante de los indicadores de impacto, es que estos pueden variar según la etapa en que se encuentra el proceso de desarrollo del proyecto o actividad que se evalúa, así, para cada fase del proyecto deben utilizarse indicadores propios, cuyo nivel de detalle y cuantificación irán concentrándose a medida que se desarrolla el proyecto.



## Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.

En la siguiente **Cuadro 2**, se presenta la lista de indicadores ambientales particulares seleccionados para determinar el grado de afectación del proyecto sobre los distintos componentes ambientales (físicos y biológicos).

**Cuadro 50.** *Lista de Indicadores a utilizar para la identificación de los posibles impactos que pudiera genera el desarrollo del proyecto “El Amarradero”.*

Factor	Atributo impactado	Alteración	Indicador
<b>Aire</b>	Calidad, Partículas	Modificación de la calidad del aire, por incremento en los niveles de contaminantes de la maquinaria, vehículos, así como polvos fugitivos.	<i>-La capacidad natural del aire de dispersar las emisiones y polvos generados.</i>
	Sonido (ruido) y Vibraciones	Ondas vibratorias que permiten le percepción de movimiento	<i>-La dimensión de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-SEMARNAT-1994 derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo de trituración, así como de los explosivos en acción de barrenación.</i>
<b>Suelos</b>	Relieve y carácter topográfico	Tipo de geoformas	<i>-El contraste de relieve generado en la operación del proyecto y construcción de obras.</i>
	Productividad	Capacidad de servir como sustrato para la producción de biomasa	<i>-Eliminación del suelo en la zona de apertura de camino de acceso y del área de extracción.</i>
	Compactación	Resistencia a la infiltración o crecimiento radicular de las plantas	<i>-Resistencia a la infiltración derivado del tránsito de maquinaria y vehículos en el camino de acceso y en las áreas de extracción o explotación.</i>
	Profundidad	Grosor de la capa fértil	<i>-Eliminación durante el descapote.</i>
<b>Hidrología</b>	Calidad del agua	Condición apropiada para el uso y consumo humano y animal.	<i>-El caudal afectado por cambios en la calidad de las aguas, con contaminantes aportados por</i>



Factor	Atributo impactado	Alteración	Indicador
			<i>sedimentos terrígenos, e hidrocarburos (por mal mantenimiento de la maquinaria y vehículos de operación.</i>
	Dinámica de los cauces	Flujo de los drenes naturales	<i>-Modificación de trayectorias de causes, derivado del despalme y explotación del mineral.</i>
	Infiltración	Disminución de la cantidad al aumentar el coeficiente de escurrimiento por la eliminación de la cobertura vegetal y el descapote en el camino y sitio de explotación.	<i>-Porcentaje del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo.</i>
<b>Flora</b>	Riqueza	Número de especies	<i>-Afectación a la comunidad vegetal presente en el sitio y en el SA.</i>
	Diversidad	Estructura de la comunidad	<i>-Afectación a la estructura de las comunidades vegetales del sitio.</i>
	Cobertura	Nivel de ocupación del suelo	<i>-Disminución de la cobertura vegetal por la apertura de camino y área de explotación.</i>
	Especies en riesgo	Número de especies incluidas en alguna categoría de protección	<i>-Número de especies protegidas o endémicas afectadas.</i>
<b>Fauna</b>	Diversidad	Estructura de la comunidad	<i>-Afectación al modificar el hábitat.</i>
	Especies en riesgo	Número especies incluidas en alguna categoría de protección	<i>-Número de especies protegidas o endémicas afectadas por desplazamiento.</i>
<b>Paisaje</b>	Calidad	Valor estético	<i>-Fragmentación.</i>
	Fragilidad	Nivel de fragmentación	<i>-Afectación a elementos sensibles de interés paisajístico.</i>

A continuación, se presenta los indicadores del proyecto y los criterios mediante los cuales fueron definidos (temporalidad, cantidad, porcentaje, frecuencia, etc.).



<b>CALIDAD DEL AIRE</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-La capacidad natural del aire de dispersar las emisiones y polvos generados	Numero
-La dimensión de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-SEMARNAT-1994 derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo de trituración, así como de los explosivos en acción de barrenación.	-Cantidad

<b>SUELOS</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-El contraste de relieve generado en la operación del proyecto y construcción de obras.	-Numero
-Eliminación del suelo en la zona de apertura de camino de acceso y del área de extracción.	-Cantidad
-Resistencia a la infiltración derivado del tránsito de maquinaria y vehículos en el camino de acceso y en las áreas de extracción o explotación.	-Cantidad

<b>HIDROLOGÍA</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-El caudal afectado por cambios en la calidad de las aguas, con contaminantes aportados por sedimentos terrígenos, e hidrocarburos (por mal mantenimiento de la maquinaria y vehículos de operación.	-Metros cúbicos
-Modificación de trayectorias de causas, derivado del despalme y explotación del mineral.	-Cantidad
-Porcentaje del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo.	-Cantidad

<b>FLORA</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-Afectación a la comunidad vegetal presente en el sitio y en el SA.	-Cantidad
-Afectación a la estructura de las comunidades vegetales del sitio.	-Cantidad
-Disminución de la cobertura vegetal por la apertura de camino y área de explotación.	-Cantidad
-Número de especies protegidas o endémicas afectadas.	-Cantidad

<b>FAUNA</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-Afectación al modificar el hábitat.	-Cantidad
-Número de especies protegidas o endémicas afectadas por desplazamiento.	-Cantidad

<b>PAISAJE</b>
----------------



Indicador	Tipo
-Fragmentación.	-Cantidad
-Afectación a elementos sensibles de interés paisajístico.	-Cantidad

## **Criterios y métodos de evaluación de impactos ambientales.**

Considerando el análisis que se realizó de la descripción de las actividades del proyecto (Capítulo II), la delimitación, caracterización y análisis del sistema ambiental (Capítulo IV) que corresponde a la CHF Tepames, se identificaron y evaluaron los impactos ambientales positivos y negativos del proyecto **“El Amarradero”** en el sitio de interés y en el SA.

Para ello se realizaron dos tipos de evaluaciones:

*·Una evaluación cualitativa, con el fin de determinar la importancia de los impactos ambientales y así poder definir la forma de cómo se atenderán dichos impactos.*

*·Una evaluación cuantitativa (Ponderación) de los componentes ambientales que se verán afectados directamente por la operación de la cantera de dolomita y caliza, y que están asociados a los impactos más importantes que puede originar las obras del proyecto: Cambios en la calidad del agua, cambios en la calidad del suelo y cambios en la biodiversidad en el sitio de interés y SA, así como en el paisaje.*

El objetivo de los dos métodos fue incluir en la valoración todos los factores ambientales relevantes mediante la síntesis de la información y la vinculación con las actividades del proyecto y sus impactos asociados, y a partir de ello proponer las medidas de mitigación necesarias para mantener la viabilidad ambiental y social del proyecto.

De acuerdo a Conesa (2015) el impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación o intervención del ser humano.



La identificación y evaluación de los impactos originados por la preparación y puesta en marcha, así como la operación de las obras que hacen parte del proyecto, se realizó mediante matrices de doble entrada (Causa-Efecto), donde se cruzan los componentes del medio ambiente con las actividades del proyecto minero de dolomita y caliza que puedan potencialmente causar impactos. Si una actividad puede causar cambios sobre un elemento del medio ambiente, se señala la casilla respectiva, utilizando un signo “X” (**Cuadro 1**). Las actividades y los elementos ambientales que se consideraron en esta evaluación, se presentan en los **Cuadros 3 y 4**.

**Cuadro 51.** Descripción de las actividades del proyecto “El Amarradero”.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<b>ETAPA PRELIMINAR</b>	
Actividades previas	<i>-Visitas de reconocimiento; levantamientos topográficos; levantamiento florístico y faunístico, revisión de cartografía. Elaboración de los estudios geológicos y de estabilidad de la cantera, revisión de estudios hechos en el área y su colindancia, elaboración del proyecto ejecutivo de minado.</i>
<b>ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN</b>	
Remoción de vegetación y descapote	<i>-Corte y disposición de vegetación arbórea y arbustiva en lugar adecuado. Remoción de capa superficial del suelo para adecuación de sitios de: terrazas o bermas, sanitarios portátiles, posos de sedimentación de suelos (areneros), así como de retención de agua pluvial que se harán mediante excavación fosas de absorción a cielo abierto.</i>
Excavaciones superficiales.	<i>-Para voladuras, adecuación de accesos, explotación de la cantera.</i>
Disposición de sobrantes de excavación.	<i>-Adecuación y operación de sitios para almacenar, en forma temporal o permanente, el suelo fértil o descapote del área de minado.</i>
<b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.</b>	
Operación del proyecto minero	<i>-Puesta en marcha del Plan de Minado a cielo abierto (terrazas o bermas) y construcción de las obras de retención de suelos y agua, así como la producción de plantas en el vivero.</i>
Transportes y acarreos.	<i>-Tránsito o transporte de maquinaria, equipos, materiales, provisiones y desechos dentro de la zona de minado.</i>
<b>ETAPA DE ABANDONO O RESTAURACIÓN.</b>	
Puesta en marcha del Plan de restauración	<i>-Preparación de terrazas o bermas con ripeo y suelo vegetal. Ejecución del plan de reforestación y mantenimiento.</i>

**Cuadro 52.** Elementos del medio ambiente del proyecto “El Amarradero”.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
<b>COMPONENTE AIRE</b>	



<b>ELEMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Concentración de material particulado, gases y olores	<i>Calidad del aire definida en función de la existencia de material particulado o polvo, y partículas por la operación de la maquinaria equipo (CO, NO, entre otros).</i>
Nivel de presión sonora (ruido) y vibraciones.	<i>Sonidos (ruido) que pueden causar molestias a la fauna y reducción o pérdida total de audición a los trabajadores en la mina.</i>
<b>COMPONENTE AGUA</b>	
Dinámica pluvial	<i>Estado de equilibrio de las corrientes en función de la geomorfología, geología, hidrología, flujo de aguas superficiales, transporte de sedimentos.</i>
Calidad fisicoquímica	<i>Cantidad de sustancias inertes y orgánicas suspendidas o transportadas por una corriente de agua</i>
<b>COMPONENTE SUELO</b>	
Propiedades físicas y químicas	<i>Características físicas de suelo: permeabilidad, porosidad, friabilidad y textura del suelo. Propiedades químicas del suelo.</i>
Componente Paisaje	<i>Percepción espacial entre lo natural, la topografía y el tratamiento de superficies, en lugares específicos del entorno, constituyendo referentes de localización e identidad.</i>
<b>COMPONENTE ECOSISTEMAS</b>	
Biocenosis	<i>Es una agrupación de seres vivos que se caracterizan por su composición, número de especies y de individuos, que tienen parecidas exigencias ecológicas, a través de las cuales las especies están relacionadas.</i>
Biotopos	<i>Es un espacio geográfico, de superficie o de volumen, que está sometido a unas condiciones ambientales características, y constituye el espacio vital de determinados seres vivos.</i>
<b>COMPONENTE ECONOMÍA</b>	
Actividades económicas	<i>Actividades que se realizan para la generación de ingresos.</i>



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Empleo	Ocupación u oficio que se retribuye con un pago.

### ***Criterios definidos para impactos ambientales del proyecto.***

Para definir si las interacciones que se dan entre los factores ambientales y las actividades de las distintas etapas del proyecto e identificar los impactos ambientales adversos y no adversos significativos, se utilizó una **matriz ambiental - actividad**, en la que, por un lado, se establecen las diferentes actividades del proyecto y, por el otro, se indican los atributos ambientales, posteriormente se realiza la evaluación y descripción.

La técnica consiste en interrelacionar las acciones (columnas), con los diferentes factores y componentes ambientales (filas). Posteriormente se identifican cada una de las interacciones de acuerdo con el carácter del impacto: Se analiza si la acción, deteriora o mejora las características del factor ambiental de acuerdo a la siguiente clasificación:

- **Adverso:** Modificación que provoca deterioro o daño en la calidad e integridad del factor ambiental evaluado. Únicamente se señalan aquellas interacciones consideradas significativas. Los impactos adversos se clasifican en:

**Adverso significativo (A).**- Impacto adverso de carácter permanente o de largo plazo, que por sus efectos se pueden apreciar más allá del área del proyecto.

**Adverso poco significativo (a).**- Impacto de carácter temporal, que por sus efectos son muy puntuales y de fácil dispersión o mitigación.

- **Benéfico:** Modificación que provoca mejoras o ventajas en la calidad e integridad del factor ambiental evaluado. Este tipo de impactos pueden ser

**Benéfico significativo (B).**- Cuando sus efectos van más allá de la zona del proyecto

**Benéfico poco significativo (b).**- cuando sus efectos son locales y de manera temporal.

Para definir los tipos de impacto que generará el desarrollo del proyecto “El Amarradero” se generó una segunda matriz Ambiental-Actividad, que se muestra en la Cuadro 5.

**Cuadro 53.** Matriz que muestra el carácter o tipos de impactos que genera el proyecto.

Actividades	Elementos	Aire		Agua		Suelo	Paisaje	Ecosistemas		Economía				
		Concentración de material particulado, gases y olores	Nivel de percepción sonora	Dinámica pluvial	Calidad físico-química	Propiedades físicas y químicas	Frajilidad	Biocenosis	Biotopos	Actividades económicas	Empleo			
<b>Etapa Preliminar del sitio</b>														
Actividades previas											b	b		2
<b>Etapa de Preparación y Construcción</b>														
Ahuyentamiento y rescate de fauna		a						a	a	B	B			5
Rescate y traslocación de flora		a						a	a	B	B			5
Desmote y descapote	A	A	a	a	A	A	A	A	A	B	B			10
Excavaciones superficiales	a	a												2
Disposición de sobrantes de excavación	a		a	a	a	a				B	B			7
<b>Etapa de operación del proyecto</b>														
Operación del proyecto minero	A	a	A	a	a	a	A			B	B			8
Transportes y acarreo	A	a	a	a	a	a	a			B	B			8
<b>Etapa de abandono o restauración</b>														
Puesta en marcha del Programa de restauración del sitio y mantenimiento	a	a	B	B	B	B	B	b	B		B			9
	6	7	5	5	5	5	5	4	4	7	8	56	56	
<b>Adverso significativo (A).</b> - Impacto adverso de carácter permanente o de largo plazo, que por sus efectos se pueden apreciar en el área del proyecto														
<b>Adverso poco significativo (a).</b> - Impacto de carácter temporal, que por sus efectos son muy puntuales y de fácil dispersión o mitigación														
<b>Benéfico significativo (B).</b> - Cuando sus efectos van más allá de la zona del proyecto														
<b>Benéfico poco significativo (b).</b> - cuando sus efectos son locales y de manera temporal.														

De los resultados proporcionados por esta segunda matriz de interacción de parámetros, se desprende que la implementación del proyecto generara un total de 56 interacciones, definiendo a dichas interacciones como adversas o positivas y si contaran con medidas de prevención o mitigación. **(Cuadro 6).**

**Cuadro 54.** Tipo de impactos y sus porcentajes, generados por el proyecto.

A	10	18 %
a	25	45 %



B	18	32 %
b	3	5 %
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100 %</b>

Los resultados anteriores reflejaron que un 63 % del total de los impactos que generará el desarrollo del proyecto serán adversos (18 % de impactos adversos significativos, así como un 45 % de impactos adversos poco significativos), afectando a los factores ambientales componentes del aire, agua, suelo, paisaje y ecosistemas, lo que motivó a querer conocer de manera más precisa que atributos de dichos factores ambientales serían afectados, **razón** por la cual se generó una tercera matriz de interacción que contara con los atributos y las actividades definidas de manera más puntual, lo que se puede observar en el **Cuadro 7**.



**Cuadro 55.** Matriz de doble entrada tipo Leopold modificada para el proyecto conteniendo, de manera puntual, los atributos de los Factores ambientales y las actividades del proyecto por Etapas.

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR ETAPAS																		
		PREPARACION					CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN				ABANDONO				
FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTO	Rescate de flora	Rescate de Fauna	Desmonte	Despalme	Apertura de Caminos	Obras de drenaje	Descapote de zona de minado	Instalación de oficinas	Instalación de maquinaria y trituradora	Extracción	Formación de terreros	Trituración	Transporte de mineral	Oficinas	Desmantelamiento de infraestructura	Restauración del sitio	restauración		
Aire	Calidad, partículas			a	A	A	a	A	a	a	A	A	A	A	a	a	B		14	28
	Sonido			a	A	A	a	A	a	a	A	A	A	A	A	a	B		14	
Suelos	Relieve y topografía				A	A	a	A	a		A	A					B		8	37
	Productividad				A	A	a	A			A	A					B		7	
	Compactación				A	A	a	A	a	a	A	A	a	A	A		B		12	
	Profundidad				A	A	a	A	a	a	A	A	a				B		10	
Hidrología	Calidad del agua			A	A	A	A	a		a	A	A	a	A		a	B		12	27
	Dinámica de los cauces				a	a	a	A									B		5	
	Infiltración			A	A	A	A	A	A	A				a	A		B		10	
Flora	Riqueza	b		a													B		3	11
	Diversidad	b		A													B		3	
	Cobertura			A													B		2	
	Especies en riesgo	b		A													B		3	
Fauna	Diversidad		b	A		a											B		4	10
	Corredores Biológicos			a		a													2	
	Especies en riesgo		b	A		a											B		4	
Paisaje	Calidad				A	A		A	A	A	A		A	A		b	B		11	17
	Fragilidad				a	a		a		a	A						B		6	
Economía	Actividades económicas						b			b	B						B		4	24
	Uso de suelo										B	b	B	b		b	B	B	7	
	Empleo				B	B	b	B	b	b	B	B		b	b	b	B	b	13	
																			154	154
		3	2	11	12	15	11	12	8	10	12	10	6	8	6	6	20	2	154	
							53			30					42		28		153	



Los resultados de la matriz anterior se resumen en las **Cuadros 8 y 9**.

**Cuadro 56.** *Contiene el total de impactos por atributo tanto Adversos como Positivos que genera el proyecto en el sitio de interés y en el Sistema Ambiental.*

Clave	Tipo de impacto	Numero de impactos	Porcentaje (%)
A	Adverso significativo	68	15
a	Adverso poco significativo	39	37
<b>Subtotal adversos</b>		<b>107</b>	<b>52</b>
B	Benéfico significativo	29	24
b	Benéfico poco significativo	18	24
<b>Subtotal Benéficos</b>		<b>47</b>	<b>48</b>
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>46</b>	<b>100</b>

Los resultados de impactos por Etapas se muestran en el **Cuadro V 9**.

**Cuadro 57.** *Tipos de impacto por etapa*

Etapa	Negativos	Benéficos	Totales
<b>Preparación del sitio</b>	45	9	54
<b>Construcción</b>	26	4	30
<b>Operación</b>	33	9	42
<b>Abandono</b>	3	25	28
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>47</b>	<b>154</b>

De acuerdo con los resultados de la tercera matriz anterior, los principales impactos adversos significativos inciden sobre el suelo, aire y la hidrología, todos ellos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y explotación.

En cuanto a las actividades del proyecto que tienen más interacciones con los factores ambientales son en orden de importancia: desmonte y descapote de la zona de minado; extracción de dolomitas y calizas; y formación de terreros o tepetateras. En el aspecto económico, principalmente se considera la generación de empleo e ingreso en la zona de influencia del proyecto y la derrama económica que el proyecto genera a nivel regional por la venta de dolomita y caliza.



Una vez identificados los impactos ambientales se procedió a realizar su evaluación cualitativa (Ponderación), para lo cual se utilizó la metodología desarrollada por Conesa (2015) teniendo en cuenta los parámetros definidos en el **Cuadro 10**.

**Cuadro 58.** Definición de parámetros (criterios) utilizados en la evaluación cualitativa.

CRITERIO	CALIFICACIÓN
<b>Naturaleza</b>	<b>Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (P, +) o negativo (N, -), en función de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro.</b>
<b>Intensidad (I)</b>	<p>Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo, que se expresa de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Baja (1). Se presenta una alteración mínima del elemento evaluado.</li> <li>· Media (4). Algunas de las características del elemento cambian completamente</li> <li>· Alta (8). El elemento cambia sus principales características, aunque aún se puede recuperar</li> <li>· Total (12). Se presenta una destrucción total del elemento.</li> </ul>
<b>Extensión (EX)</b>	<p>Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto minero para la cantera (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el impacto), y se evalúa de acuerdo a la siguiente escala discreta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Puntual (1). Si el impacto es muy localizado.</li> <li>· Parcial (2). El impacto se presenta en menos del 50% del área donde se desarrollara el proyecto de minado.</li> <li>· Extenso (4). El impacto se presenta en más del 50% del área donde se desarrollara el proyecto de minado.</li> <li>· Total (8): El impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto de minado. Tiene una influencia generaliza en toda el área de estudio.</li> </ul> <p>En caso de que el impacto se produzca en un sitio crítico, se le sumará cuatro (4) a la calificación del parámetro.</p>
<b>Momento (MO)</b>	<p>Es el tiempo que transcurre entre el inicio de la actividad y la aparición del impacto sobre el elemento del medio considerado, el cual se evalúa de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Largo Plazo (1). Si el impacto tarda en manifestarse más de cinco años.</li> <li>· Mediano Plazo (2). Si se manifiesta entre uno a cinco años.</li> <li>· Corto Plazo (4). Si el impacto se presenta en menos de un año.</li> </ul>



CRITERIO	CALIFICACIÓN
<b>Naturaleza</b>	<p><b>Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (P, +) o negativo (N, -), en función de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro.</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inmediato (4). Si el impacto ocurre una vez se inicie la actividad que lo genera.</li> </ul>
<b>Duración (DU)</b>	<p>Evalúa el período de existencia activa del impacto y sus consecuencias. Se expresa en función del tiempo que permanece el impacto (Fugaz, temporal o permanente), asignándole los siguientes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fugaz (1). Si dura menos de un año.</li> <li>· Temporal (2). Si dura entre 1 y 10 años.</li> <li>· Permanente (4). Si tiene una duración superior a 10 años.</li> </ul>
<b>Reversibilidad (RV)</b>	<p>Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio, lo cual se evalúa mediante los siguientes criterios y valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Corto Plazo (1). Si el elemento retorna a sus condiciones iniciales en menos de un año.</li> <li>· Mediano Plazo (2). Si se demora entre 1 y 10 años en recuperar sus condiciones.</li> <li>· Largo Plazo (4). Si la recuperación se tarda más de 10 años.</li> </ul>
<b>Sinergia (SI)</b>	<p>Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más impactos simples. La componente total de la manifestación de dos impactos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de impactos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sin sinergia (1). Cuando una acción que actúa sobre un factor, no es sinérgico con otras acciones.</li> <li>· Sinérgico (2). Se presenta un sinergismo moderado, que implica una manifestación mayor al causado por la acción.</li> <li>· Muy Sinérgico (4). La acción es altamente sinérgica, que se manifiesta en un impacto mucho mayor sobre el factor intervenido.</li> </ul>
<b>Acumulación (AC)</b>	<p>Cuando el efecto se incrementa progresivamente lo cual se califica de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Simple (1). Cuando la acción no produce impactos acumulativos.</li> <li>· Acumulativo (4). El impacto acumula.</li> </ul>



CRITERIO	CALIFICACIÓN
<b>Naturaleza</b>	<b>Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (P, +) o negativo (N, -), en función de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro.</b>
<b>Efecto (EF)</b>	Se refiere a la forma (directa o indirecta) de manifestación del efecto sobre el bien de protección, asignándole los siguientes valores. <ul style="list-style-type: none"> <li>· Indirecto (1). La manifestación no es consecuencia directa de la acción.</li> <li>· Directo (4). El impacto es causado por la actividad.</li> </ul>
<b>Periodicidad (PR)</b>	Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto, la cual se evalúa de acuerdo a los siguientes valores. <ul style="list-style-type: none"> <li>· Irregular (1). La manifestación del impacto no se puede predecir.</li> <li>· Periódico (2). La manifestación se presenta de manera cíclica.</li> <li>· Continuo (4). El impacto se presenta constantemente desde que se inició la actividad.</li> </ul>
<b>Recuperabilidad (MC)</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia de la construcción y operación del proyecto minero "El Amarradero", es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Se evalúa mediante los siguientes rangos: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Inmediata (1). Una vez que se desarrolle la medida, el elemento retorna a sus condiciones iniciales.</li> <li>· A mediano plazo (2). Si el elemento recupera su estado inicial en menos de 5 años.</li> <li>· Mitigable (4). Las condiciones iniciales son recuperadas parcialmente.</li> <li>· Irrecuperable (8). La alteración del elemento no se puede reparar.</li> </ul>

La importancia de un impacto es una medida cualitativa del mismo, que se obtiene a partir del grado de incidencia (Intensidad) de la alteración producida, y de una caracterización del efecto, obtenida a través de una serie de atributos, que en nuestro caso están plasmados en el **Cuadro 11**. Con éste método se propone calcular la "**Importancia Ambiental del Impacto**" siguiendo la expresión;

$$IAI = \pm(3*I+2*EX+MO+DU+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$



**Cuadro 59.** *Conteniendo la IAI y su valoración o rango de importancia.*

<b>Importancia Ambiental del Impacto (IAI)</b>	<b>Variación</b>
Irrelevante o compatible	De 0 a 25
Moderada	De 26 a 50
Severa	De 51 a 75
Critica	Mayor de 76 en adelante.



Que es la expresión de la interacción de los criterios que caracterizan los impactos ambientales. Este valor varía entre 13 y 100. Y cuyos términos están definidos en la **Cuadro 12**, y son aplicados en los apartados siguientes. En esa mismo Cuadro se han anotado los valores numéricos que deben asignarse a las variables, según la valoración cualitativa correspondiente. Cada impacto podrá clasificarse de acuerdo a su **IAI** como;

**Cuadro 60.** Valores para definir la Importancia Ambiental del Impacto (IAI).

Atributo	Tipo	Valor	Atributo	Tipo	Valor
<b>Intensidad (I)</b>	Baja	1	<b>Sinergia (SI)</b>	Sin sinergia	1
	Media	2		Sinérgico	2
	Media	4		Muy Sinérgico	4
	Alta	8	<b>Acumulación (AC)</b>	Simple	1
	Total	12		Acumulativo	4
<b>Extensión (Ex)</b>	Puntual	1	<b>Efecto (EF)</b>	Indirecto	1
	Parcial	2		Directo	4
	Extenso	4	<b>Periodicidad (PR)</b>	Irregular	1
	Total	8		Periódico	2
	Crítico	4		Continuo	4
<b>Momento (MO)</b>	Inmediato	4	<b>Recuperabilidad (MC)</b>	Recuperable inmediato	1
	Mediano Plazo	2		Recuperable a mediano plazo	2
	Largo Plazo	1		Mitigable	4
	Crítico	4		Irrecuperable	8
<b>Duración (DU)</b>	Fugaz	1			
	Temporal	2			
	Permanente	4			
<b>Reversibilidad (RV)</b>	Corto plazo	1			
	Mediano Plazo	2			
	Largo Plazo	4			





El Cuadro V 14 se muestra un resumen de los resultados adversos obtenidos con el desarrollo de la matriz de ponderación de impactos.

**Cuadro 62.** Resumen de la valoración de los impactos ambientales adversos.

IAI	Valor	Porcentaje
Irrelevante (-)	1	6 %
Moderada (-)	4	22 %
<b>Severa (-)</b>	<b>11</b>	<b>61 %</b>
<b>Crítica (-)</b>	<b>2</b>	<b>11 %</b>
<b>TOTAL (-)</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

Del total de impactos Adversos, en cuanto al **IAI**, el 6 % se encuentra dentro de la categoría de Irrelevante, 22 % son de importancia ambiental Moderada y el 61 % son clasificados con importancia ambiental Severa y un 11 % de importancia ambiental crítica.

Del análisis de la matriz también se desprende que las actividades económicas de la zona y la región, el uso del suelo por las comunidades colindantes, así como la generación de empleo, generan impactos positivos en gran medida, por el desarrollo del proyecto. Es importante señalar que todos los impactos negativos definidos para el proyecto son susceptibles de ser atendidos con propuestas viables de mitigación de los mismos durante las distintas Etapas de desarrollo de dicho proyecto

Los impactos críticos y severos se dan sobre el suelo, sobre el aire, sobre la calidad del agua, sobre la Flora y Fauna, así como en el Paisaje en los siguientes atributos **Cuadro 15:**

**Cuadro 63.** Muestra los factores ambientales y atributos afectados por impactos ambientales clasificados como severos y críticos.



<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>ATRIBUTO IMPACTADO</b>
<b><i>Suelo</i></b>	Relieve y topografía, afectación a la productividad, genera compactación, y afecta a la profundidad del suelo fértil.
<b><i>Flora y fauna</i></b>	<i>Riqueza de especies, Diversidad de especies, Cobertura forestal y Especies en riesgo.</i>
<b><i>Paisaje</i></b>	Calidad y Fragilidad del paisaje.
<b><i>Aire</i></b>	<i>Calidad (partículas de polvo y humo)</i>
<b><i>Hidrología</i></b>	Calidad del agua e infiltración.

**OTROS ELEMENTOS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES A SER MODIFICADOS POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO EN DESARROLLO QUE FUERON CONSIDERADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS.**

Para el caso del proyecto, se retomaron factores ambientales descritos en el presente Capítulo y los atributos que pueden ser modificados por alguna actividad del proyecto, no obstante que sean impactos moderados.

De ello, se identificaron un total de 18 atributos ambientales con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto **(Cuadro 16)**.

De acuerdo a lo anterior, los atributos de cada factor ambiental pueden sufrir modificaciones con las actividades del proyecto convirtiéndose en impactos ambientales negativos, por lo que en la siguiente Cuadro se hace una breve descripción de cada uno de ellos.



**Cuadro 64.** Descripción de los atributos de cada factor ambiental y sus agentes causales de modificación.

Factor	Atributo	Descripción	Fuente potencial de impacto
Aire	Calidad	Condición del aire apropiada para la vida	Modificación de la calidad del aire, mediante el incremento de los niveles de contaminantes principalmente emisiones de maquinaria y polvos o partículas en suspensión y que pueden afectar la fotosíntesis de la flora colindante
	Sonido	Ondas vibratorias que permiten la percepción de movimiento generadas por personas, vehículos y explosivos.	Incremento de la intensidad y frecuencia de sonido derivado de la maquinaria y equipo de trituración, vehículos en movimiento y explosivos por barrenación.
Geomorfología	Relieve y carácter topográfico	Formas y tipos de geoformas	Modificación de la forma natural del terreno a una con forma escalonada en la zona de extracción y de relleno en la zona de terreros
Suelos	Productividad	Capacidad de servir como sustrato para la producción de biomasa	Eliminación del suelo en la zona de apertura de camino de acceso, extracción y deposición de terreros
	Compactación	Resistencia a la infiltración o crecimiento radicular de las plantas	Derivado del tránsito de maquinaria en los caminos de acceso y área de explotación
	Profundidad	Grosor de la capa fértil	Eliminación durante la etapa de descapote y deposición de terreros
Hidrología	Calidad del agua	Condición apropiada para el uso y consumo	Contaminación por aporte de sedimentos y grasas derivadas de la maquinaria y equipo de operación
	Dinámica de los cauces	Flujo de los drenes naturales	Eliminación, modificación de trayectoria derivado de las excavaciones y depósito de terreros
	Infiltración	Porcentaje del agua de lluvia que se filtra al subsuelo	Disminución de la cantidad al aumentar el coeficiente de escurrimiento por la eliminación de la cobertura vegetal y el descapote en las zonas
Flora	Riqueza	No de especies	Disminución de afectación a la comunidad vegetal presente en el sitio
	Diversidad	Estructura de la comunidad	Afectación a la estructura de las comunidades vegetales
	Cobertura	Nivel de ocupación del suelo	Disminución de la cobertura vegetal por la apertura de caminos, extracción y deposición de terreros
	Especies en riesgo	No especies incluidas en alguna categoría de protección	Riesgo de eliminación del ecosistema
Fauna	Riqueza	No de especies	Disminución de afectación a la comunidad vegetal presente en el sitio
	Diversidad	Estructura de la comunidad	Afectación al modificar el hábitat
	Corredores Biológicos	Zonas naturales de flujo de fauna	Eliminación potencial de zonas de tránsito al eliminar la cobertura vegetal y modificar el relieve
	Especies en riesgo	No especies incluidas en alguna categoría de protección	Riesgo de eliminación del ecosistema
Paisaje	Calidad	Valor estético	Fragmentación y cambio de textura
	Fragilidad	Nivel de fragmentación	Afectación elementos sensibles de interés paisajístico



### **III.8 Análisis y Descripción de los Impactos Ambientales Severos o Críticos Significativos.**

Finalmente se realizó un análisis de resultados y **se describieron los impactos ambientales Severos por factor ambiental**, que ameritan una atención especial, a través de la identificación de las medidas de mitigación correspondientes y sus respectivos indicadores de impacto.

En ese sentido y de acuerdo con lo establecido por la Fracción IX, del Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) respecto al concepto relativo al impacto ambiental significativo tenemos que dicho reglamento lo define como:

*“Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.*

Los impactos Adversos Críticos y Severos Significativos detectados mediante el ejercicio de ponderación por medio de la matriz: Impacto-Ponderación, se dan sobre el Suelo, sobre la Flora, Fauna y sobre el Paisaje en los siguientes atributos **Cuadro** :



**Cuadro 65.** *Contiene los factores ambientales, los atributos impactados y las actividades que generan los impactos críticos y severos con el desarrollo del proyecto.*

<b>Factor Ambiental</b>	<b>Atributo Impactado</b>	<b>Actividad que lo genera</b>
<b>Suelo</b>	Relieve y topografía, afectación a la productividad, genera compactación, y afecta a la profundidad.	<i>Apertura de camino, descapote y explotación minera.</i>
<b>Flora y la Fauna</b>	Riqueza de especies, Diversidad de especies, Cobertura forestal y Especies en riesgo.	<i>Desmante y explotación minera.</i>
<b>Paisaje</b>	Calidad y Fragilidad del paisaje.	<i>Desmante, explotación minera, presencia de maquinaria, vehículos y personal.</i>
<b>Aire</b>	Calidad (partículas de polvo y humo.	<i>Apertura de camino, descapote, y explotación minera.</i>
<b>Hidrología</b>	Calidad del agua e infiltración.	<i>Disminución de infiltración por desmante y explotación minera, así como contaminación por sólidos suspendidos, residuos peligrosos y residuos sólidos municipales.</i>

Dichos impactos críticos y severos se describen a continuación, dándose además, los indicadores de éxito a aplicar para las medidas de mitigación por elemento ambiental:

#### **ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: SUELO**

##### ***Agente causal de impactos negativos:***



Descapote, apertura de camino y extracción minera (construcción de bermas para el proceso de extracción del mineral, movimiento de tierras, compactación por la actividad de equipo y vehículos).

**Impacto potencial:**

Perdida de suelo e inestabilidad de taludes, daños a las geo-formas, resistencia a la infiltración de agua.

**Descripción del Impacto Ambiental:**

Los diferentes cortes y despalmes que se realizarán en la apertura del camino de acceso al sitio y la explotación a cielo abierto modificarán el relieve, la topografía del sitio y la calidad del suelo, si dichas pendientes son inadecuadas, aumenta el riesgo de deslaves o desestabilización de dicho camino, de bermas y taludes, al mismo tiempo que se compactara el suelo lo que hace más difícil la infiltración de agua al subsuelo.

**Indicadores de éxito:**

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

<b>SUELOS</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>
-El contraste de relieve generado en la operación del proyecto y construcción de obras.	-Numero
-Eliminación del suelo en la zona de apertura de camino de acceso y del área de extracción.	-Cantidad
-Resistencia a la infiltración derivado del tránsito de maquinaria y vehículos en el camino de acceso y en las áreas de extracción o explotación.	-Cantidad

**Significancia:**

La modificación del relieve y la topografía, así como la afectación al suelo del sitio del proyecto, es un impacto general en el área de mina que afecta un 0.09 % del SA (CHF), por lo que se considera que no se generan daños considerables a la calidad ambiental del SA, sin embargo, a nivel predio se considera de una magnitud Critica por su extensión (25.94 Ha), de temporalidad permanente y restaurable aplicando el programa de restauración.

**Medidas de prevención y mitigación de impactos:**

Los diferentes cortes y despalmes que se realizarán en la apertura del camino de acceso al sitio y la explotación a cielo abierto se realizaran



considerando los diseños constructivos presentados en el Capítulo II de la MIA-P, así como la implementación de las obras y actividades de mitigación propuestas, para que se eviten mayores afectaciones a la topografía y a la calidad del suelo en el sitio de interés. Entre las medidas de prevención y mitigación destacan las bermas de protección, la implementación correcta del plan de minado en bancos y bermas definidos, ejecución de un sistema de drenaje pluvial, así como el inicio de restauración al iniciar el año 9 conformado de manera adecuada las bermas y los taludes e iniciándose su reforestación, así como, el guardado del suelo vegetal o fértil o descapote en un sitio cercano al área de minado para restituirlo en el proceso de restauración, entre otras.

**ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: FLORA.**

***Agente causal de impactos negativos:***

Desmonte en apertura de camino y zona de explotación minera.

***Impacto potencial:***

Perdida de especies de flora, daños a la estructura de la comunidad forestal, reducción de la cobertura forestal y daños a las especies en riesgo.

***Descripción del Impacto Ambiental:***

La realización del proyecto en las 25.94 Ha del sitio del proyecto que incluye la apertura del camino de acceso y el área de explotación de mina, es un impacto general que afecta un 0.09 % de la CHF. Al eliminar la cobertura vegetal, el impacto ambiental que se generara es permanente, hasta en tanto no se inicien las acciones de reforestación y restauración de las áreas desmontadas y explotadas mineralmente hablando.

***Indicadores de éxito:***

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

FLORA	
Indicador	Tipo



-Afectación a la comunidad vegetal presente en el sitio y en el SA.	-Cantidad
-Afectación a la estructura de las comunidades vegetales del sitio.	-Cantidad
-Disminución de la cobertura vegetal por la apertura de camino y área de explotación.	-Cantidad
-Número de especies protegidas o endémicas afectadas.	-Cantidad

### **Significancia:**

La afectación de la flora (desmonte) a realizar en la zona de apertura del camino y de minado eliminara de manera definitiva y permanente la vegetación de dichos sitios de interés, por lo que se considera que es un impacto general, puntual e inmediato en el área del proyecto que no afecta significativamente a la CHF, por lo que se concluye que no daña considerablemente la calidad ambiental del SA, **sin embargo, a nivel predio** se considera de una magnitud notable por su extensión (25.94 ha), de tipo permanente, de largo plazo y restaurable aplicando medidas de mitigación de impactos al final de la vida útil del proyecto.

### **Medidas de prevención y mitigación de impactos:**

El desmonte o cambio del uso del suelo se realizara gradualmente o por etapas (según calendario de obras) lo que permitirá prevenir impactos negativos. Al inicio de la actividad de cambio de uso del suelo o deforestación se realizaran acciones de extracción de todos aquellos individuos de las especies viables contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010. Asimismo, dichas especies se reproducirán en un vivero que se construirá exprofeso, y cuyas plantas serán utilizadas en los procesos de reforestación en la etapa de restauración del sitio.

### **ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: FAUNA.**

#### **Agente causal de impactos negativos:**

Desmonte en apertura de camino y zona de explotación minera, así como la operación extractiva del proyecto.



### **Impacto potencial:**

Perdida de especies de fauna, daños a la estructura de la comunidad faunística y, daños a las especies en riesgo.

### **Descripción del Impacto Ambiental:**

La realización del desmonte o cambio de uso del suelo forestal a minero (aprovechamiento de dolomita y caliza) en las 25.94 Ha del sitio del proyecto que incluye la apertura del camino de acceso y el área de explotación de mina, generará un impacto general sobre la fauna del sitio de interés. Al eliminar la cobertura vegetal, el impacto ambiental que se generara sobre la fauna es temporal, hasta en tanto no se inicien las acciones de reforestación y restauración de las áreas desmontadas y explotadas mineralmente hablando y no se retiren del sitio todos los agentes causales de dicho impacto, como son la presencia de maquinaria, vehículos y presencia humana.

### **Indicadores de éxito:**

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

FAUNA	
Indicador	Tipo
-Afectación al modificar el hábitat.	-Cantidad
-Número de especies protegidas o endémicas afectadas por desplazamiento.	-Cantidad

### **Significancia:**

La afectación de la fauna se da al momento que hay presencia de humanos y su maquinaria, lo que ahuyenta a la misma de manera temporal de su hábitat silvestre, por lo que se considera que es un impacto de importancia ambiental moderada, puntual e inmediato en el área del proyecto que no afecta significativamente a la CHF, por lo que se concluye que no daña considerablemente la calidad ambiental del SA, **sin embargo, a nivel predio** se considera de una magnitud notable, con una importancia ambiental de impacto (IAI) determinada como Severa, por su extensión (25.94 ha), de tipo temporal, de mediano plazo y restaurable aplicando medidas de mitigación de impactos al final de la vida útil del proyecto.

### **Medidas de prevención y mitigación de impactos:**



El desmonte o cambio del uso del suelo se realizara gradualmente o por etapas (según calendario de obras) durante los 8 años de vida útil del proyecto, lo que permitirá prevenir impactos negativos a la fauna.

Al inicio de la actividad de cambio de uso del suelo o deforestación se realizaran acciones de ahuyentamiento de fauna silvestre contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010, con la finalidad de que desalojen las áreas que serán intervenidas.

Para el caso de la fauna silvestre con limitación de movimiento o de hábitat reducido (en caso de encontrar), se realizaran acciones de extracción de todos aquellos individuos de las especies de fauna contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010, para ser trasladadas a sitios colindantes los cuales cuentan con condiciones ambientales similares al sitio de interés. Con la reforestación de los sitios ya explotados se iniciará el proceso de restauración de la zona del proyecto, y con ello, se dará comienzo al proceso de colonización de las mismas por la fauna silvestre.

En la etapa de abandono del proyecto, se disminuye la presión a la fauna y con ello podrán restablecerse las rutas comunes de los mamíferos menores y reptiles presentes en el área del proyecto.

#### **ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: PAISAJE.**

##### ***Agente causal de impactos negativos:***

Desmonte, despalme y extracción de dolomitas y calizas en apertura de camino y zona de explotación minera, más la presencia de maquinaria y vehículos en operación.

##### ***Impacto potencial:***

Afectación o modificación del paisaje.



### **Descripción del Impacto Ambiental:**

La realización del desmonte, el despalme, la construcción de camino al sitio de mina y la explotación minera en sí, en la superficie de suelo forestal de 25.94 Ha del sitio del proyecto, generara un impacto directo y general al valor estético que afecta un 0.09 % del paisaje natural, conformado por bosque de selva baja caducifolia en el cerro de Tepames, con relación a la superficie forestal del mismo tipo en la CHF. Al eliminar la cobertura vegetal, y realizar el camino y la explotación minera, el impacto ambiental que se generara sobre el paisaje es permanente, hasta en tanto no se inicien las acciones de reforestación y restauración de las áreas desmontadas y explotadas mineralmente hablando, que permitirán que el observador del paisaje, en vez de ver terrazas y taludes donde antes existía un bosque, empiece a observar cobertura vegetal en proceso de restauración de las áreas secuenciadas que serán explotadas y posteriormente reforestadas.

### **Indicadores de éxito:**

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

PAISAJE	
Indicador	Tipo
-Fragmentación.	-Cantidad
-Afectación a elementos sensibles de interés paisajístico.	-Cantidad

Es pertinente mencionar que con el desarrollo del proyecto no se afectarán ANP, zonas ecológicas restringidas, sitios históricos o arqueológicos de interés local, regional, ni nacional.

### **Significancia:**

La afectación al relieve y a la flora o desmonte a realizar en la zona de apertura del camino y de minado eliminara de manera definitiva y permanente la vegetación de dichos sitios de interés, por lo que se considera que es un impacto general, puntual e inmediato en el área del proyecto que no afecta significativamente a la CHF, por lo que se concluye que no daña considerablemente la calidad ambiental del SA, **sin embargo, a nivel predio** se considera de una magnitud notable por su extensión (25.94 ha), de tipo permanente, de largo plazo y restaurable



aplicando medidas de mitigación de impactos al final de la vida útil del proyecto.

El paisaje es el factor que se verá especialmente afectado y de manera irreversible al ser modificada la morfología del terreno, esto a pesar de que se lleven a cabo acciones de restauración (conformación de bermas y taludes estables e implementación del programa de restauración del sitio).

**Medidas de prevención y mitigación:**

El desmonte o cambio del uso del suelo se realizara gradualmente o por etapas (según calendario de obras) lo que permitirá prevenir impactos negativos. Al inicio de la actividad de cambio de uso del suelo o deforestación se realizaran acciones de extracción de todos aquellos individuos de las especies viables contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010. Asimismo, dichas especies se reproducirán en un vivero que se construirá exprefeso, y cuyas plantas serán utilizadas en los procesos de reforestación en la etapa de restauración del sitio.

**ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: AIRE**

***Agente causal de impactos negativos:***

Desmonte, despalde y operaciones de extracción.

***Impacto potencial:***

Afectación o modificación a la calidad del aire.

***Descripción del Impacto Ambiental:***

El principal impacto asociado a este factor será la generación de polvos fugitivos, emisiones de partículas de hidrocarburos, a la atmosfera, por la maquinaria en operación y vehículos en tránsito, así como la generación de ruidos por el uso de maquinaria pesada asociada al proyecto, que serán de



carácter intermitente y más continuo durante la operación de acarreo del material.

**Indicadores de éxito:**

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

CALIDAD DEL AIRE	
Indicador	Tipo
-La capacidad natural del aire de dispersar las emisiones y polvos generados	Numero
-La dimensión de la superficie afectada por niveles sonoros superiores a los que marca la NOM-081-SEMARNAT-1994 derivado del uso de maquinaria, vehículos y equipo de trituración, así como de los explosivos en acción de barrenación.	-Cantidad

**Significancia:**

La temporalidad del impacto quedará limitada al tiempo del proyecto, ya que las fuentes de emisión de gases contaminantes están ligadas a la actividad extractiva. El Impacto no va más allá de la vida útil del proyecto, por lo que se considera que éste es temporal, mitigable, puntual, clasificándose como un impacto Severo. En cuanto a polvos fugitivos, se considera que la emisión de los mismos al ambiente será de niveles aceptables, muy locales, temporales, así como, por su ubicación y topografía del terreno no se generarán tolvaneras o afectaciones a la población cercana o a los mismos trabajadores, por lo que el impacto se califica como moderado. Las actividades de explotación del mineral, se realizarán en un entorno carente de población humana cercana, por lo que no habrá receptores humanos expuestos fuera de un ambiente laboral. La generación de ruido en el sitio y colindancias ahuyentará a la fauna, ya que el ruido es el primer indicativo de presencia humana. Por lo anterior se considera el impacto de tipo puntual, fugaz, temporal y de acuerdo a la valoración de la matriz, se considera como un impacto moderado y mitigable.

**Medidas de prevención y mitigación:**

**Calidad del aire**

**Gases de hidrocarburos.**

Se prevé un aumento de partículas de hidrocarburos por combustión del equipo y vehículos en operación en el sitio de interés y alrededor de las áreas de operación, sin afectar a la comunidad más cercana (Tepames),



ello, debido a las actividades de extracción, carga del material y transporte del sitio a la trituradora, principalmente. Para mantener el nivel óptimos de dichas partículas se dará mantenimiento periódico al equipo y vehículos de conformidad a lo que establecen las NOM's.

***Polvos.***

Se prevé un aumento de sólidos suspendidos en un área aproximada de 100 m alrededor de las áreas de operación, sin afectar a la comunidad más cercana importante en términos de población (El Amarradero a 1.5 km) ello, debido a las actividades de extracción, carga del material y transporte del sitio a la trituradora, principalmente. Para mantener el nivel de polvos al mínimo aceptable se considera el riego periodo en el área de trabajo de por lo menos 3 veces al día.

***Ruido.***

Se tendrá un impacto moderado en la calidad del aire debido al aumento en el nivel de ruido, este de carácter intermitente por el uso de la maquinaria para la extracción, carga y transporte del material. El impacto es reversible al terminar la vida útil del banco.

En general las medidas más eficientes para mitigar el impacto son la definición del horario de trabajo, evitando la operación en horarios nocturnos. Asimismo, se dará el apropiado mantenimiento a la maquinaria y vehículos en operación para mantenerlos en condiciones óptimas de servicio en el marco de las NOM's aplicables. También se considerará la protección del personal a los niveles de ruido generado como parte de las normas de seguridad que la empresa tiene fijadas, destacando entre ellas, la utilización de equipo de protección personal para los operadores.

**ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO: HIDROLOGÍA**

***Agente causal de impactos negativos:***

Descapote, apertura de camino y extracción minera, generación de residuos sólidos y peligrosos.

***Impacto potencial:***

Contaminación del agua, obstrucción o corte de flujo en drenes naturales y problemas en la infiltración adecuada.



**Descripción del Impacto Ambiental:**

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia, propiciando la infiltración que alimenta a los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. Por lo anterior, al eliminar la cobertura vegetal por efectos del cambio de uso de suelo en el sitio de interés, se reduce la capacidad de infiltración.

Los diferentes cortes y despalmes que se realizarán en la apertura del camino de acceso al sitio y la explotación a cielo abierto modifican el aspecto hidráulico de la zona lo que vendría a generar riesgos de deslaves o desestabilización de dicho camino, de bermas y taludes, al mismo tiempo que, con la actividad de maquinaria y vehículos, se compactara el suelo lo que hace más difícil la infiltración de agua al subsuelo. Dichos cortes generan una gran cantidad de residuos y si no se tiene control sobre ellos pueden contaminar los cuerpos de agua cercanos, lo que representa presencia potencial de derrumbes, con sus consecuentes acarrees de azolves durante el temporal de lluvias, comprometiéndose con ello la calidad de las aguas superficiales, por la acumulación de dichos azolves, así como por el mal manejo, que pudiera hacerse, de los residuos generados en el proyecto.

De acuerdo a los análisis hidrológicos del sitio de interés, con la implementación del plan de minado no se prevé la afectación directa de ningún arroyo o escurrimiento que vaya a sufrir una modificación total con el proceso de extracción, sin embargo, por su cercanía a escurrimientos de carácter intermitente se deberán tomar las medidas necesarias para que las escorrentías de la cantera no afecten o modifiquen la dirección de los escurrimientos colindantes.

**Indicadores de éxito:**

Los indicadores de éxito para este agente causal son los siguientes:

HIDROLOGÍA	
Indicador	Tipo
-El caudal afectado por cambios en la calidad de las aguas, con contaminantes aportados por sedimentos terrígenos, e hidrocarburos (por mal mantenimiento de la maquinaria y vehículos de operación.	-Metros cúbicos



-Modificación de trayectorias de causas, derivado del despalme y explotación del mineral.	-Cantidad
-Porcentaje del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo.	-Cantidad

**Significancia:**

La disminución de la capacidad de infiltración se consideró como un impacto severo, de extensión puntual, mitigable, reversible a mediano plazo, mediante la restauración de las zonas de explotación, lo cual repercutirá positivamente en el incremento de los niveles de infiltración derivado del establecimiento de la vegetación. Aunado a lo anterior, el sistema de minado permitirá que el agua se canalice a la parte baja de la cantera donde se propicia la infiltración del agua y los excedentes retomaran su cauce original.

**Medidas de prevención y mitigación:**

Como medidas preventivas y de mitigación de impacto, durante la vida útil del proyecto se implementara, entre otras medidas, las siguientes:

1. Depósitos de residuos sólidos y peligrosos en tambos con capacidad de 50 litros, colocándolos en áreas estratégicas del sitio, con la finalidad de no contaminar el agua con los mismos.
2. Implementación adecuada, según diseño del plan de minado y construcción del camino.
3. Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos, con la finalidad de no contaminar el suelo y por ende, el agua con hidrocarburos.
4. Canalización adecuada de las aguas de lluvia (drenaje pluvial), de las bermas a la parte baja de la cantera para ser depositada en fosas de retención de sólidos y de retención e infiltración de agua, para evitar perdida de suelo por erosión hídrica y generar la infiltración adecuada al subsuelo.
5. Construcción de nueve fosas de retención e infiltración de agua y retención de solidos terrígenos.

Al final de cada etapa programada de extracción se iniciará con el proceso de reforestación como complemento importante del programa de restauración general del sitio.



<b><u>VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</u></b> .....	<b>273</b>
<u>VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR EL COMPONENTE AMBIENTAL</u> .....	274
<u>VI.2 IMPACTOS RESIDUALES</u> .....	290
<u><b>Figura 1. Ubicación obras de control hidrológico</b></u> .....	279
<u><b>Cuadro 1. Factores ambientales, atributos impactados y las actividades que provocan los <i>impactos severos</i> con el desarrollo del proyecto</b></u> .....	273
<u><b>Cuadro 2. Calendario de ejecución medidas de mitigación (Suelo)</b></u> .....	280
<u><b>Cuadro 3. Calendario de ejecución medidas de mitigación (Vegetación)</b></u>	282
<u><b>Cuadro 4. Calendario de ejecución medidas de mitigación (Fauna)</b></u> .....	284
<u><b>Cuadro 5. Calendario de ejecución medidas de mitigación impactos moderados</b></u> .....	287
<u><b>Cuadro 6. Calendario de ejecución medidas de mitigación (Hidrología)</b></u>	289



## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el desarrollo del Capítulo V se describieron los **Impactos Críticos y Severos** por factor ambiental, que ameritan una atención especial, a través de la identificación de las medidas de prevención y mitigación correspondientes y sus respectivos indicadores de impacto.

Dichos impactos Adversos Críticos detectados se dan en el **Suelo** y en el **Paisaje**. Asimismo, los impactos Severos Significativos detectados, se dan principalmente sobre el **Suelo**, sobre la **Flora**, la **Fauna**, el **Paisaje** y en menor cantidad, sobre el **Aire** y la **Hidrología**, en los siguientes atributos (Cuadro 1):

**Cuadro 66.** Factores ambientales, atributos impactados y las actividades que provocan los impactos severos con el desarrollo del proyecto.

<b>Factor Ambiental</b>	<b>Atributo Impactado</b>	<b>Actividad que lo genera</b>
<b>Suelo</b>	Relieve y topografía, afectación a la productividad, genera compactación, y afecta a la profundidad.	<i>Apertura de camino, descapote y explotación minera.</i>
<b>Flora y la Fauna</b>	Riqueza de especies, Diversidad de especies, Cobertura forestal y Especies en riesgo.	<i>Desmonte y explotación minera.</i>
<b>Paisaje</b>	Calidad y Fragilidad del paisaje.	<i>Desmonte, explotación minera, presencia de maquinaria, vehículos y personal.</i>
<b>Aire</b>	Calidad (partículas de polvo y humo).	<i>Apertura de camino, descapote, y explotación minera.</i>
<b>Hidrología</b>	Calidad del agua e infiltración.	<i>Disminución de infiltración por desmonte y explotación minera, así como contaminación por sólidos suspendidos, residuos peligrosos y residuos sólidos municipales.</i>



De lo anterior, se desprende que los impactos ambientales que afectan en mayor medida a los factores del medio ambiente (suelo, flora, Fauna, Paisaje, aire e hidrología, se debe, sobre todo, al hecho de ser una explotación a cielo abierto con eliminación de la vegetación, con cambios en la morfología del terreno y a la modificación del paisaje.

En este sentido hay que admitir que la actividad minera es altamente agresiva con la naturaleza, siendo además una actividad transitoria y no definitiva, lo que conlleva a tener que realizar una restitución y restauración o rehabilitación del suelo y vegetación a su uso similar al original, siendo el promovente el responsable de velar porque se realice dicha acción, utilizando para ello, recursos económicos propios.

Es importante señalar que todos los impactos negativos definidos para éste proyecto, son susceptibles de ser atendidos con propuestas viables de prevención y mitigación de los mismos, durante las distintas etapas de desarrollo de dicho proyecto

### **Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por el componente ambiental.**

#### **SUELO**

##### **A) Medida de mitigación:**

Implementación correcta del plan de minado.

##### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Evitar, inestabilidad de los taludes y accidentes por este motivo.

##### **Descripción Cuantitativa de la medida:**

El Plan de minado contempla la extracción del mineral de dolomita y calizo en bancos, dejando bermas para la estabilidad y mejorar el proceso de restauración, así como los ángulos de los taludes necesarios especificados en el plan de minado (Figura 1)



El diseño se elaboró para extraer mediante bancos descendentes a cielo abierto la máxima cantidad de mineral de hierro, manteniendo una relación de estéril a mineral que sea económicamente atractiva para el proyecto.

En este Plan se considera la explotación del Cuerpo Oriente mediante sistema a cielo abierto con bancos descendentes, diseñados con siguientes parámetros:

- Angulo general de talud de 45° a 55°.
- Angulo particular de talud 65°.
- Altura de 5.0 metros en los bancos de trabajo.
- Berma de protección de 4.68 a 5.70 m cada 10 metros de altura

Se efectuará la remoción del suelo fértil conforme se avance en el aprovechamiento, el cual se realizará por etapas, con ello se busca dejara una superficie menor expuesta, y por menos tiempo, a los efectos de erosión (agua y viento), ello permitirá, además, mantener sin modificar la geomorfología total del área del proyecto, que en caso de no ser así, darían como consecuencia la prolongación de la alteración del drenaje superficial, la infiltración y la modificación del paisaje y el desplazamiento de fauna.

### **B) Medida de mitigación:**

Canalización de aguas superficiales

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Evitar daños por la mala planeación de la explotación, durante el temporal de lluvias.

#### **Descripción cuantitativa de la medida:**



Durante los trabajos de explotación y, sobre todo, antes de la temporada de lluvias, se implementarán en el área de minado, las siguientes acciones:

### ***Obras drenaje propuestas***

Con base en el gasto máximo esperado se determina las dimensiones de las obras requeridas para drenar la superficie de trabajo, (Caminos, Terreros, áreas de minado, etc.).

Formula de Manning

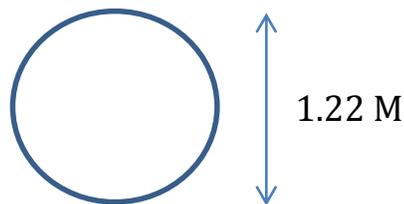
$$Q = (1/N) * (A^{5/3} / P^{2/3}) * (S^{1/2})$$

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Diámetro	M	1.22
Coef. Manning=N	Factor	0.03
Pendiente=S	%	2.36 %
Área hidráulica=A	M <sup>2</sup>	1.4
Perímetro Mojado=P	M	4.0
Capacidad =Q)	M <sup>3</sup> /seg	0.75

a) Alcantarillas Camino de Mina a Trituradora

Formula de Manning

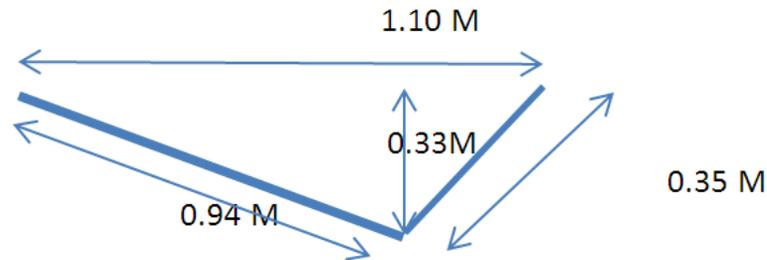
$$Q = (0.312/N) * (D^{8/3}) * (S^{1/2})$$





<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Ancho	M	1.0
Profundidad	M	0.33
Talud	Rel.	3:1

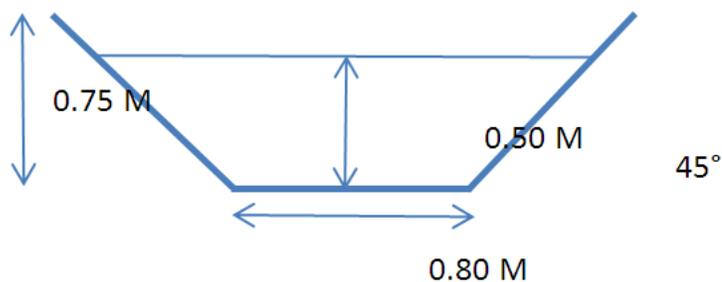
a) Cunetas de camino, se consideran las cunetas tipo de manual de la SCT.



<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Base del canal	M	0.80
Altura del canal	M	0.75
Bordo libre	M	0.25
Inclinación talud	°	45°
Coef. Rugosidad=s	Factor	0.03
Pendiente	%	2.0%
Área hidráulica=a	M <sup>2</sup>	1.4
Perímetro mojado=p	M	4.0
Capacidad =q	M <sup>3</sup> /seg	0.75



a) Canal Periférico Tajo



Las obras requeridas para el control del agua superficial se muestran en el siguiente plano y consisten en resumen de:

3740 M de cunetas en caminos y bases de los terreros.

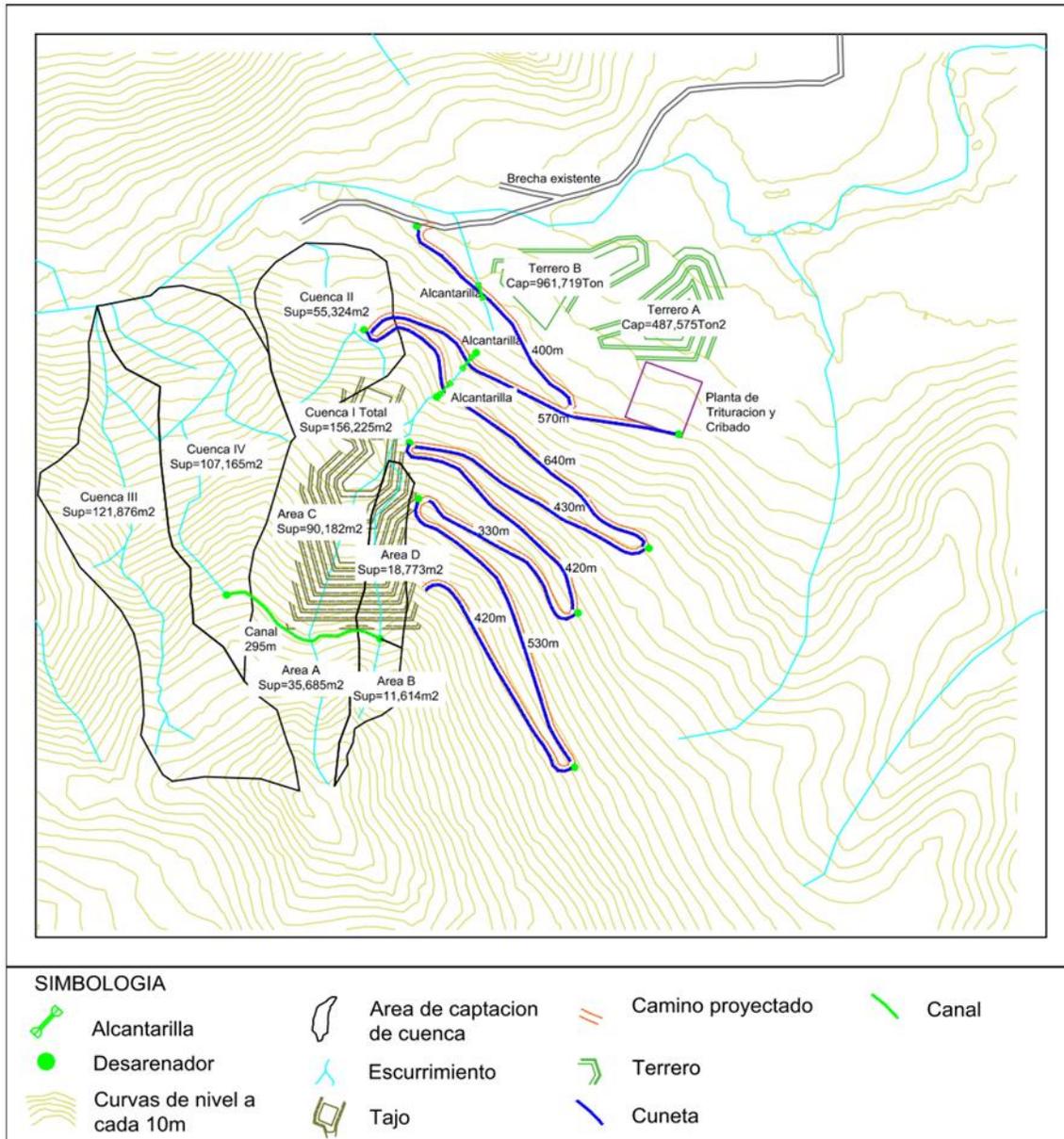
295 M de canal para el control y/o desvío de agua de escurrimiento.

3 Alcantarillas de la sección determinada.

12 Desarenadores.



**Figura 69. Ubicación obras de control hidrológico**





### C) Medida de mitigación:

Establecimiento de depósitos de residuos sólidos municipales (generados por la actividad del personal en cantera) y residuos peligrosos (mantenimiento de vehículos y maquinaria de Cantera).

#### Descripción Cualitativa de la medida:

Acopiar los desechos de la operación por la presencia de trabajadores y mantenimiento de maquinaria y equipo.

#### Descripción cuantitativa de la medida:

Colocación de 10 contenedores de plástico con capacidad de 50 litros, en las áreas de extracción. El mantenimiento y/o reparación de maquinaria y equipo se realizará en el taller que tiene la empresa en Colima . Según el volumen que se genere, se les dará el manejo que la empresa

**Cuadro 67.** Calendario de ejecución medidas de mitigación (Suelo)

Medida de mitigación.	Año					
	1	2	3	4	5	6-8
Implementación correcta del plan de minado.	*	*	*	*	*	*
Obras de canalización de aguas superficiales.	*	*	*	*	*	*
Habilitación de depósitos de residuos.	*	*	*	*	*	*



## **VEGETACIÓN**

### **A) Medida de mitigación:**

Implementar un programa de rescate de flora.

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Propiciar el rescate de individuos de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de importancia especial, que serán afectada por el proyecto y llevar a cabo su establecimiento en áreas adyacentes al proyecto, las que cuentan con condiciones ambientales similares a las áreas que serán explotadas, así como su reproducción en una UMA o Vivero promovido por la empresa o promovente.

#### **Descripción Cuantitativa de la medida:**

Se identificarán y removerán los individuos de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT2010 y, de importancia especial, que serán afectadas por las actividades del proyecto. Posteriormente, se recolectará semilla de las mismas, en las áreas aún no desmontadas. Se llevará a cabo la reproducción de las semillas el vivero, para posteriormente reforestar las plantas durante el proceso de rehabilitación de las áreas de minado ya liberadas o ya explotadas.

### **C) Medida de mitigación:**

Delimitación del área a explotar

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Se deslinda el área de operación semestralmente, de acuerdo con el programa de minado. La delimitación se realiza mediante levantamiento topográfico que permite un control de la superficie de desmonte. La delimitación semestral forma parte de las medidas de mitigación para solo afectar la superficie estrictamente necesaria y evitar el desmonte de superficie que no es necesario afectar.



## D) Medida de mitigación

Programa de prevención de Incendios Forestales.

### Descripción Cualitativa de la medida:

Prevenir la ocurrencia de incendios forestales en el sitio del proyecto y zona de influencia, el programa de rescate de flora contempla actividades de prevención y combate de incendios forestales.

### Descripción cuantitativa de la medida:

Se detallan en el Programa.

### Calendario de ejecución

**Cuadro 68.** Calendario de ejecución medidas de mitigación (Vegetación)

Medida de mitigación.	Año					
	1	2	3	4	5	6-8
Implementación del Programa de Rescate de flora.	*	*	*	*	*	*
Delimitación del área de aprovechamiento minero	*	*	*	*	*	*
Programa de prevención de incendios forestales	*	*	*	*	*	*

## FAUNA



### **A) Medida de mitigación:**

Implementar un programa de ahuyentamiento y rescate de fauna.

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Propiciar el ahuyentamiento y rescate de individuos de las especies de fauna silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies de importancia especial, que serán afectada por el proyecto y, llevar a cabo su reubicación en áreas adyacentes al proyecto, las que cuentan con condiciones ambientales similares a las áreas que serán explotadas.

#### **Descripción Cuantitativa de la medida:**

Al inicio de la actividad de cambio de uso del suelo o deforestación se realizarán acciones de ahuyentamiento de fauna silvestre contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010, con la finalidad de que desalojen las áreas que serán intervenidas.

Previo a la acción de explotación de la cantera, para el caso de la fauna silvestre con limitación de movimiento o de hábitat reducido, se realizarán acciones de extracción de todos aquellos individuos de las especies contenidas o no en la NOM-059- SEMARNAT-2010, para ser trasladadas a sitios colindantes los cuales cuentan con condiciones ambientales similares al sitio de interés. Con la reforestación de los sitios ya explotados se iniciará el proceso de restauración de la zona del proyecto, y con ello, se dará comienzo al proceso de colonización de las mismas por la fauna silvestre.

En la etapa de abandono del proyecto, se disminuye la presión a la fauna y con ello podrán restablecerse las rutas comunes de los mamíferos menores y reptiles presentes en el área del proyecto.

Además de lo anterior, se realizará lo siguiente: Curso de capacitación previa, al contratista y su personal, sobre los conceptos de lo que es la fauna silvestre y su manejo adecuado; prohibir la captura o casa de fauna silvestre (Acción permanente); ejecutar el programa de prevención de incendios en el sitio y zonas colindantes (acción permanente); realizar la



explotación en horario diurno (acción permanente); prohibir la presencia de animales domésticos (perros y gatos) en la zona de cantera (acción permanente);

**Cuadro 69. Calendario de ejecución medidas de mitigación (Fauna)**

Medida de mitigación.	Año					
	1	2	3	4	5	6-8
Programa de ahuyentamiento y, rescate y reubicación de fauna silvestre.	Se anexa en Programa					
Establecimiento de letreros para prohibición de cacería	*	*	*	*	*	*
Platica de concientización al personal	*	-	-	-	-	-
Programa de Prevención de Incendios Forestales	Se anexa en programa					
Supervisión y reportes	Semestralmente a empresa y autoridades competentes y de manera práctica, en forma constante.					

## PAISAJE



### **A) Medida de mitigación:**

Restauración del sitio (bancos de explotación).

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Reforestar con especies nativas y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las terrazas y taludes que se irán desocupando de la explotación, misma que se realizará por etapas según se define en el plan de minado

#### **Descripción cuantitativa de la medida:**

Antes de la temporada de lluvias, se implementarán en el área de minado ya desocupada, las siguientes acciones

Reforestar las bermas conformadas por la extracción del mineral dolomítico y calizo, de acuerdo a lo descrito en la etapa de restauración en el capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y del Programa de reforestación.

- ✓ Utilizar la capa fértil recuperada, una vez que se abandone cada una de las etapas que coinciden con el tiempo de aprovechamiento.



## **AIRE**

### **A) Medida de mitigación:**

Control de emisiones sonoras.

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Minimizar las molestias a la fauna silvestre y al personal de cantera.

#### **Descripción cuantitativa de la medida:**

Programación de actividades en horarios normales de trabajo, con el fin de evitar situaciones en que la acción conjunta de varios equipos y vehículos en tránsito causen niveles sonoros elevados. Aplicación estricta de la NOM correspondiente y mantenimiento periódico del equipo y vehículos.

### **B) Medida de mitigación:**

Control de emisiones de partículas de hidrocarburos de combustión interna.

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Evitar la contaminación del aire, mediante el uso de maquinaria y vehículos en buen estado, y con mantenimiento periódico.

#### **Descripción cuantitativa de la medida:**

Implementación de un programa de revisión semanal de las condiciones operativas del equipo y de vehículo, así como, de mantenimiento periódico, con el fin de evitar situaciones en que la acción conjunta de varios equipos y vehículos en tránsito causen niveles de contaminantes por partículas de combustión interna elevados. Aplicación estricta de la NOM correspondiente. De acuerdo a lo anterior, antes del inicio de actividades, el Promovente deberá de presentar el programa de mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos a utilizar.

### **C) Medida de mitigación:**

Control de polvos por operatividad del equipo y vehículos.



### Descripción Cualitativa de la medida:

Con el propósito de mitigar el impacto negativo provocado por la generación de polvos y mejorar la calidad del aire en las áreas operativas de la cantera, se realizarán riegos periódicos en las áreas expuestas del cambio de uso de suelo y en el camino de acceso al sitio.

### Descripción cuantitativa de la medida:

Los riegos serán aplicados diariamente, principalmente durante la temporada de secas, que es cuando se tener mayor generación de polvos o partículas suspendidas producto de la actividad de explotación de la cantera.

**Cuadro 70.** Calendario de ejecución medidas de mitigación impactos moderados

Medida de mitigación.	Año							
	1	2	3	4	6	7	8	
Control de emisiones sonoras.	*	*	*	*	*	*	*	
Control de emisiones de partículas de hidrocarburos.	*	*	*	*	*	*	*	
Aplicación de riegos.	*	*	*	*	*	*	*	

## HIDROLOGÍA (agua)



#### **D) Medida de mitigación:**

Canalización de agua pluvial; manejo de residuos sólidos y peligrosos y, azolves.

#### **Descripción Cualitativa de la medida:**

Con el propósito de mitigar el impacto negativo provocado al agua de lluvia, ésta será canalizada a pozos desarenadores construidos en cada etapa de explotación, así como su conducción a fosas de retención e infiltración en el área de explotación y camino . Asimismo, se recuperarán los sólidos municipales generados con la actividad de explotación minera en la cantera y evitar con ello la contaminación del agua de lluvia y conservar su calidad ambiental. Los residuos peligrosos que se generen se manejaran conforme lo obliga la NOM específica, además de dar mantenimiento al equipo y vehículos utilizados en el proyecto.

#### **Descripción cuantitativa de la medida:**

Como medidas preventivas y de mitigación de impacto, durante la vida útil del proyecto se implementará, entre otras medidas, las siguientes:

6. Depósitos de residuos sólidos en tambos con capacidad de 50 litros, colocándolos en áreas estratégicas del sitio, con la finalidad de no contaminar el agua de lluvia con los mismos.
7. Implementación adecuada, según diseño, del plan de minado y construcción del camino.
8. Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos, con la finalidad de no contaminar el suelo y, por ende, el agua con hidrocarburos.
9. Canalización adecuada de las aguas de lluvia (drenaje pluvial), de las bermas a la parte baja de la cantera, para ser depositada en fosas desarenadoras, y en fosas de retención de sólidos y de retención e infiltración de agua, para evitar pérdida de suelo por erosión hídrica y generar la infiltración adecuada al subsuelo.
10. Mantenimiento de nueve fosas de retención e infiltración de agua y retención de sólidos terrígenos ubicadas en la parte baja del banco en operación actual.



**Cuadro 71.** Calendario de ejecución medidas de mitigación (Hidrología)

Medida de mitigación.	Año					
	2	3	4	5	6	7-8
Canalización de aguas pluviales.	*	*	*	*	*	*
Manejo de residuos sólidos y peligrosos.	*	*	*	*	*	*
Manejo de azolves.	*	*	*	*	*	*



## **Impactos Residuales.**

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de prevención y mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud. Por ello, cualquier estudio de impacto ambiental quedaría incompleto si no se especifican estos impactos residuales ya que ellos son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto.

Al tenor de lo anterior a continuación se señala que, para el caso del proyecto a desarrollar, todas las medidas preventivas, de mitigación y restauración que se proponen en éste Estudio de Impacto Ambiental van a ser aplicadas, ya que consideramos que las propuestas hechas son viables de realizar. Por eso, y derivado de los análisis realizados en el “*Capítulo V Identificación de los Impactos Ambientales*” al equipo participante en la elaboración de la MIA-P, así como al promovente, nos quedó claro que todos los impactos detectados generan, unos más y otros menos, efectos residuales, ello partiendo del hecho de que los ecosistemas intervenidos muy difícilmente pueden ser reconstituidos a su estado original, por ello se implementan las medidas de prevención y mitigación ya señaladas.



## **RESUMEN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS QUE EL DESARROLLO DEL PROYECTO GENERARÁ AL MEDIO AMBIENTE.**

- a) Cumplimiento irrestricto de las NOMs en materia de emisión de partículas, ruidos, vibraciones, residuos sólidos, residuos peligrosos, de flora y de fauna.
- b) Implementación adecuada de los Programas de manejo de flora y fauna; de prevención de accidentes; de prevención de incendios forestales; del Plan de Minado, y de Rehabilitación del sitio al final de la vida útil.
- c) Previos al inicio de CUS se realizará el rescate de especies de flora listados o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010, su traslado a sitios colindantes en su caso, y su reproducción en vivero o UMA por parte de la Empresa.
- d) Ahuyentamiento de fauna, y en caso de encontrar *spp* con poca movilidad, su captura y traslado a las zonas colindantes.
- e) Remoción del suelo fértil conforme se avance en el aprovechamiento y su colocación en un espacio de la cantera para su posterior utilización en el proceso de restauración del sitio.
- f) Capacitación previa a los contratistas y sus trabajadores, en materia de conocimiento y manejo de ambiental de fauna y flora silvestres.
- g) Prohibir la captura o casa de fauna silvestre.
- h) Realizar la explotación en horario diurno.
- i) Prohibir la presencia de animales domésticos (perros y gatos) en la zona de cantera.
- j) Colocar en los frentes de trabajo, depósitos de residuos sólidos y peligrosos en tambos con capacidad de 50 litros, colocándolos en áreas estratégicas del sitio, con la finalidad de no contaminar el agua de lluvia con los mismos.
- k) Implementación adecuada, según diseño, del plan de minado y construcción del camino.
  
- l) Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos, con la finalidad de no contaminar el suelo y, por ende, el agua con hidrocarburos.



- m) Canalización adecuada de las aguas de lluvia (drenaje pluvial), de las bermas a la parte baja de la cantera, para ser depositada en fosas desarenadoras, y de retención de sólidos y de retención e infiltración de agua, para evitar pérdida de suelo por erosión hídrica y generar la infiltración adecuada al subsuelo.
- n) Mantenimiento de nueve fosas de retención e infiltración de agua y retención de sólidos terrígenos que se construirán.
- o) Los riegos serán aplicados diariamente, principalmente durante la temporada de secas, que es cuando se tendrá mayor generación de polvos o partículas suspendidas producto de la actividad de explotación de la cantera.
- p) Reforestar las bermas conformadas por la extracción del mineral dolomítico y calizo, de acuerdo a lo descrito en la etapa de restauración en el capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y del Programa de reforestación.
- q) Colocación de 10 contenedores de plástico con capacidad de 50 litros, en las áreas de cantera. El mantenimiento y/o reparación de maquinaria y equipo.



## **CONCLUSIÓN:**

Derivado de lo aquí presentado, en línea con los resultados plasmados en el Capítulo V de la MIA-P que se presenta a evaluación de la autoridad competente, se concluye que no obstante que el desarrollo del proyecto generará afectaciones al medio ambiente en el sitio del mismo, existen las medidas de prevención, mitigación y restauración ya señaladas, mismas que al ser implementadas por el promovente mitigan en gran medida dichas afectaciones, razón por la cual consideramos que el proyecto es viable de realizarse en las condiciones técnicas presentadas y no se contraponen con los ordenamientos aplicables al mismo.



## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

<b>VII.</b>	<b><u>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</u></b> .....	<b>295</b>
<u>VII.1</u>	<u>PRONOSTICO DEL ESCENARIO</u> .....	295
<u>VII.2</u>	<u>PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u> .....	300
<u>VII.3</u>	<u>CONCLUSIONES</u> .....	304



## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1 PRONOSTICO DEL ESCENARIO**

Con en el desarrollo del proyecto se espera una afectación paulatina al entorno del sitio; esto es, al suelo, a la flora, a la fauna y al paisaje, al aire y a la hidrología. En una primera etapa el efecto visual será mayor y disminuirá conforme avance el programa de reforestación.

No se esperan modificaciones importantes en los impactos hidrológicos si se implementan las medidas de mitigación programadas.

Los estudios realizados para la MIA-P del proyecto indican que la integridad del sistema ambiental no se compromete dado el buen estado en el que se encuentra, debido a que la superficie del proyecto es de 25.94 ha el 0.09 % de la superficie de la CHF.

Las principales afectaciones al ambiente son la pérdida de relieve y suelo, perdida de cobertura vegetal debido al desmonte y deterioro del paisaje, ya que el suelo, una vez desprovisto de la capa vegetal, quedará temporalmente expuesto a erosión eólica e hídrica, con la potencialidad de canalizar azolves a las partes

Asimismo, actualmente el sitio será modificado en su topografía de pendientes actuales, a topografía de terrazas y taludes, cambiando con ello su actual aspecto del paisaje, mismo que será mitigado al implementarse el programa de restauración con acciones de reforestación con especies nativas listado o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La fauna silvestre será impactada durante la ejecución del cambio de uso de suelo motivando su desplazamiento hacia áreas forestales aledañas, asimismo durante la operación del proyecto se deberán tomar las precauciones necesarias a fin de evitar la caza y captura de especies por la presencia de trabajadores. Al final del proceso, y ya restaurados los sitios afectados, las especies de fauna podrán moverse de manera libre por el sitio.



Asimismo, la calidad del aire al final del proceso de restauración volverá a ser de la calidad actual, debido a que la emisión de ruidos y gases contaminantes que generarán el equipo y vehículos, propias de las actividades del proyecto, serán de manera intermitente y por las características de la zona en cuanto a topografía, vientos y vegetación existen las condiciones para que se dispersen de manera rápida y no afectar a la población de El Amarradero cercano al proyecto, además de que no se tiene un efecto acumulativo o sinérgico por no tener fuentes fijas de contaminación en la zona.

Por lo tanto, para el desarrollo del proyecto se pronostica que no generará desequilibrios ecológicos que provoquen daños permanentes al ambiente o que pudieran afectar al desarrollo de las poblaciones establecidas dentro del área de influencia del proyecto.



## Pronósticos por componente ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN ESPERADA
Suelo	El sitio del proyecto actualmente cuenta con las condiciones ambientales de un ecosistema de selva baja caducifolia secundaria y arbustiva, según se desprende de los análisis de biodiversidad realizados para el mismo y la CHF.	<i>Con la implementación adecuada del plan de minado y las medidas de mitigación propuestas para éste componente se espera que se mitigue el efecto negativo de pérdida de suelos (azolves) y se elimines los procesos de erosión una vez concluido el programa de restauración.</i>
Flora	En el sitio del proyecto, la vegetación ha sufrido algunos cambios en su composición florística por lo que se califica de “Secundaria”	<i>Se espera un área restaurada con especies nativas en una densidad tal que permita una recuperación de la funcionalidad del ecosistema alterado, destacando entre ello; un restablecimiento de especies nativas pioneras como es el caso de herbáceas y arbustivas que protejan el suelo de acciones erosivas.</i>
Fauna	Del análisis del Capítulo IV se desprende que la fauna del lugar es de diversidad media a baja.	<i>Durante el proceso de ejecución del proyecto se impactará de manera directa en el hábitat de la fauna silvestre, sin embargo, con el programa de</i>



COMPONENTE AMBIENTAL	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN ESPERADA
		<i>restauración se espera el restablecimiento de las condiciones de dicho hábitat, que permitirán el retorno paulatino de fauna silvestre.</i>
Paisaje	El paisaje actual del sitio de interés está conformado por selva baja caducifolia secundaria y arbustiva. Su relieve de lomerío corresponde a la parte de inicio de la formación de lomeríos en el cerro de “El Puro”. La topografía es del 20 al 50 %.	<i>El concepto de restauración utilizado en el presente estudio hace referencia a la recuperación del sitio para los mismos usos actuales, la restitución del paisaje y el restablecimiento de unas condiciones ecológicas cercanas a las actuales que permitirán que el área intervenida vuelva a ser habitable para las especies vegetales y animales anteriormente presentes y con una composición relativa similar a la original, cuando se llegue al final del proceso, lo que dará como consecuencia la formación de un paisaje cercano al actual.</i>
Aire	En el sitio y zonas colindantes el aire se considera de calidad aceptable, ya que por su conformación	<i>Con la operación de la maquinaria y vehículos de verá afectada la calidad del aire de manera temporal y puntual, para lo cual se pondrá en</i>



COMPONENTE AMBIENTAL	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN ESPERADA
	<p>topográfica y orográfica cuenta con excelente circulación de corrientes lo que hace que su calidad se mantenga estable.</p>	<p><i>marcha el programa de mantenimiento y supervisión periódica del equipo y vehículos, así como riegos permanentes en el camino y áreas de explotación, lo que permitirá que al final de cada jornada de trabajo, la calidad del aire se restablezca.</i></p>
Hidrología	<p>En el sitio de interés actualmente no existen acuíferos superficiales ni corrientes hidrológicas permanente, solo temporales.</p>	<p><i>No se afectará alguna área de recarga de mantos acuíferos. Las escorrentías generadas en la temporada de lluvias serán canalizadas a las partes bajas para que sigan su cauce natural.</i></p> <p><i>Se implementarán obras de conservación de suelo y agua en el sitio a fin de garantizar la protección de los escurrimientos cercanos.</i></p>



## VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales generados por el cambio de uso de suelo forestal y la extracción del mineral de caliza, existen dos impactos catalogados como críticos y cuatro más catalogados como severos, razón por la cual, las medidas de prevención y mitigación deben de cumplirse cabalmente en tiempo y forma con la finalidad que las magnitudes de los impactos se reduzcan y se restauren las condiciones del sitio a un estado similar.

### Objetivos del Programa:

- Supervisar la correcta ejecución de las medidas preventivas y de mitigación previstas en el proyecto de explotación de caliza por parte del promovente.
- Comprobar la eficacia de las medidas de mitigación ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en la presente Manifestación y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

Acciones a realizar:

### + IMPACTOS CRÍTICOS Y SEVEROS

<b>Factor ambiental SUELO:</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Implementación correcta del Plan de Minado y las obras de retención de suelo.</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Visual.</i>
<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>Área de mina (camino, terrazas y taludes).</i>



<b>Indicador:</b>	<i>Azolves fuera de las áreas de trabajo, así como presencia de deslaves e inestabilidad de taludes.</i>
<b>Frecuencia:</b>	<i>Diaria en temporada de lluvias.</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Estabilización de talud mediante obras complementarias y Revisión del Plan de Minado.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Permanente.</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>

<b>Factor ambiental FLORA:</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Extracción adecuada de las spp listadas en la NOM-SEMARNAT-2010 y de especial interés.</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Visual.</i>
<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>Áreas de camino y minado que se vallan delimitando para el desmonte.</i>
<b>Indicador:</b>	<i>Cero presencias de spp listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de interés especial en los sitios seleccionados y se vallan abriendo para el cambio de uso del suelo.</i>
<b>Frecuencia:</b>	<i>Diaria, previo al desmonte y en el momento que se esté realizando el desmonte.</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Capacitar adecuadamente al personal que realizara el rescate de spp de flora, en técnicas especializadas de rescate, translocación y siembra de spp.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Permanente, previo a las acciones de desmonte.</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>



<b>Factor ambiental FAUNA:</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Ahuyentamiento, rescate y translocación de fauna silvestre previo a la actividad de desmante.</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Visual, y documentada por varios medios.</i>
<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>Áreas de camino y minado que se vayan delimitando para el desmante.</i>
<b>Indicador:</b>	<i>Cero presencias de spp listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de interés especial en los sitios seleccionados y se vayan abriendo para el cambio de uso del suelo.</i>
<b>Frecuencia:</b>	<i>Diaria, previo al desmante y en el momento que se esté realizando el desmante.</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Reforzar la acción con el personal que sea necesario.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Permanente, previo a las acciones de desmante.</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>

<b>Factor ambiental PAISAJE:</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Verificación y monitoreo del programa de restauración de las áreas impactadas.</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Visual, y con reporte documentado de los resultados.</i>



<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>Áreas ya liberadas de la explotación.</i>
<b>Indicador:</b>	<i>Superficie reforestada y % de especies reforestadas sobrevivientes.</i>
<b>Frecuencia:</b>	<b>Reforestación:</b> <i>Al final de la vida útil del proyecto. % de sobrevivencia.</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Reposición de siembra y análisis de calidad de especies plantadas.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Tres años, a partir del año 9, al final del aprovechamiento. Al inicio de temporada de lluvias y a mediados de cada estación seca.</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>

<b>Factor ambiental AIRE:</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Verificación de la calidad del aire (partículas de polvo, ruido y humos producto de la actividad mecánica de equipo y vehículos).</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Verificación directa y documentada de presencia de polvos fugitivos, ruidos y humo emitido por los vehículos y maquinaria.  <i>Seguir el protocolo de verificación y control instaurado por la empresa promovente.</i></i>
<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>En las áreas de camino, cantera y taller del contratista.</i>
<b>Indicador:</b>	<i>Presencia de humos y partículas de polvo, así como decibeles fuera de NOM.</i>



<b>Frecuencia:</b>	<b>Humos:</b> <i>Mantenimiento de vehículos según programación requerida para los mismos.</i> <b>Polvos o partículas:</b> <i>Diario.</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Mantenimiento preventivo periódico del equipo y vehículos.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Diario: Durante la vida útil del proyecto.</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>

<b>Factor ambiental HIDROLÓGICO (AGUA):</b>	
<b>Nombre de la acción:</b>	<i>Contaminación del agua por residuos sólidos municipales y peligrosos.</i>
<b>Forma de verificación de la acción:</b>	<i>Verificación y documentar.</i>
<b>Lugar de desarrollo:</b>	<i>Áreas de caminos y cantera activa.</i>
<b>Indicador:</b>	<i>Cero presencias de residuos en áreas de la mina o cantera.</i>
<b>Frecuencia:</b>	<i>Diario</i>
<b>Medidas correctivas:</b>	<i>Corregir desperfectos en maquinaria y vehículos.</i>
<b>Plazo de ejecución:</b>	<i>Durante la vida útil del proyecto</i>
<b>Responsable de la acción:</b>	<i>Contratista.</i>
<b>Responsable de la supervisión:</b>	<i>Promovente.</i>

### VII.3 CONCLUSIONES

La actividad minera es agresiva con la naturaleza, siendo además una actividad transitoria y no definitiva, circunstancia que exige una restitución, restauración o rehabilitación del suelo a sus usos originales, siendo la empresa promovente la responsable de realizar dicha acción con recursos propios.



De acuerdo a los impactos ambientales críticos y severos significativos identificados en los capítulos V, se ha previsto llevar a cabo una serie de actividades y programas tendientes a prevenir y mitigar las afectaciones generadas por el cambio del uso del suelo forestal y aprovechamiento de dolomita y calizas en el área propuesta.

En general, el análisis de las alternativas considera una serie de medidas de prevención y mitigación que minimizan la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación del proyecto.

En consecuencia, en el área del proyecto se cuenta con una vegetación de Selva baja caducifolia secundaria que será restaurada al final de la vida útil.

El impacto ambiental que generará el proyecto una vez dictaminado y aprobado, sin duda es notorio, principalmente desde el punto de vista del paisaje, debido a que se modifica el relieve o la topografía natural. Sin embargo, la magnitud del proyecto se considera como baja y sus efectos son muy puntuales, además de que el porcentaje del área por afectar (25.94 ha) con relación a la superficie de la MHF (27,184.5 ha) es muy baja, por lo que se considera que, aplicando correctamente las medidas de prevención y mitigación, el impacto ambiental que puede darse es mitigable.

Con la implementación del proyecto se participa en la producción minera del Estado y del País, siendo una fuerte generadora de divisas y de empleos a nivel local y regional.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto presenta congruencia con los distintos ordenamientos aplicable, que es respetuoso del entorno, que no pone en riesgo a ecosistema o especies alguna y que generará empleos o derrama económica en el Estado de Colima y la región, por lo que en caso de que sea autorizado, se deberán de implementar adecuadamente, en tiempo y forma, las medidas aquí definidas a fin de evitar daños a los sitios aledaños que cuenten con una calidad ecológica buena.



## XII. LITERATURA CITADA Y CONSULTADA.

Aranda M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. CONABIO-Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 Pp.

Balderrama, J. A., Aguirre, L., Aguayo R., Alfaro, F., Rejas, D., Zuñiga, L. (2005). *Técnicas de Colecta y Censo de Fauna*. Museo Americano de Historia Natural. EUA. 39 pp.

Ceballos, G. y Miranda A. (2000). *Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco*. México: UNAM, Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. 502. Pp.

Ceballos, G. y A. García. 1997. *La selva baja: biodiversidad única en peligro*. *Revista Ocelote*, 5:4-9.

Chao, A. (1984). *Nonparametric estimation of the number of classes in a population*. *Scandinavian Journal of Statistics* 11, 265-270.

Estimating the population (1987). *size for capture-recapture data with unequal catchability*. *Biometrics* 43, 783-791.

Species estimation and application (2005). s. *Encyclopedia of Statistical Sciences*, (2da ed.), Vol. 12, 7907-7916 (N. Balakrishnan, C. B. Read and B. Vidakovic, Editors). New York :Wiley.

Chao, A. and Lee, S.-M. (1992). *Estimating the number of classes via sample coverage*. *Journal of the American Statistical Association* 87, 210-217.

Chao, A., Ma, M-C. and Yang, M. C. K. (1993). *Stopping rule and estimation for recapture debugging with unequal detection rates*. *Biometrika* 80, 193-201.

Chao, A., Hwang, W.-H., Chen, Y.-C. and Kuo. C.-Y. (2000). *Estimating the number of shared species in two communities*. *Statistica Sinica* 10, 227-246.

Chao, A., Shen, T.-J. and Hwang, W. H. (2006). *Application of Laplace's boundary-mode approximations to estimate species and shared species richness*. *Australian and New Zealand Journal of Statistics* 48, 117-128.

Colegio de Postgraduados (1991). *Manual de conservación del suelo y del agua*. (3ra. ed.). Chapingo, México.

Comisión Nacional del Agua. *Compendio básico del agua en México 2002*.

Comisión Nacional del Agua. *Estadísticas del agua en México 2010*. México.



Comisión Nacional Forestal. (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. México.

Comisión Nacional Forestal. Recuperado de:  
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/39/4749Reporte%20de%20Precios%20de%20Productos%20Forestales.pdf>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2010). CONABIO.

Cronquis, A. (1981). *An integrated system of clasification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York, EUA. 1262 pp.

Dirzo & Sarukhán. S.f. *La importancia de la diversidad biológica de México*. CONABIO, México.

Eastman J. Ronald. (2003). IDRISI Kilimanjaro. Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes.

Flores-Villela O. (1993). *Herpetofauna mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, nuevas especies*. Carnegie Museum of Natural History, Special Publications. 17: 1-73.

Flores-Villela O. y Canseco-Márquez, L. (2004). *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México*. Acta Zoológica Mexicana 20: 115- 144.

Flores Villela O. y Gerez, P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. U. N. A. M., Facultad de Ciencias. CONABIO. México. 439 Pp.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Measuring Forest Degradation. Recuperado de:  
[www.fao.org/docrep/015/i2560e/i2560e00.htm](http://www.fao.org/docrep/015/i2560e/i2560e00.htm).

García A. y Ceballos, G. (1994). *Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México*. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C. 184 Pp.

González, G. R. y Gastelum, M. E. S/f. *Overview of the Environmental Laws of Mexico*. Haight, Brown y Bonesteel, LLP.

Howell & Webb. (2001). *A Guide to the birds of México and Northern Central America*. Oxford. U.S.A. 851Pp.



Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/regiones\\_hidrograficas.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/regiones_hidrograficas.aspx).

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1997). Estadísticas del Medio Ambiente México 1997. México: Autor.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y el Gobierno del Estado. (2005). Anuario Estadístico del Estado de Michoacán. México: Autor.

Leopold Luna, B., Clarke Frank E., Hanshaw Bruce B., Balsley James R. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular 645. U.S. Geological Survey, Washington.

Maass, J: M: 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In S. H. Bullock, H. A. Mooney and E. Medina (eds.). Seasonally dry tropical forest, pp. 399-422. Cambridge University Press. Cambridge, England.

Masera, O.R, M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. Climatic Change 35 : 265-295.

Medellín R. A., Arita, H. y Sánchez-Hernández O. (2009). *Identificación de los Murciélagos de México*.

Meneses-Tovar C.L. (2011). *El índice normalizado diferencial de la vegetación como indicador de la degradación del bosque: Measuring Forest Degradation Unasylva*. No. 238 Vol. 62, 2011/2.

Mickel, J. T. y A. R. Smith. (2004). *The pteridophytes of Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden 88: 1-1054 (328 laminas)*.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su Clasificación*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29–179.

Moreno D. Mary Luz. (2005). *La valoración económica de los servicios que brinda la biodiversidad: la experiencia de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO, Costa Rica.

National Geographic. (2002). *Field guide to the birds of America*. (4ta. ed.). U.S.A. 480 Pp.

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 especies en riesgo*.



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación.

- Ortega, A. (1977). *Tablas de volumen del Estudio Dasonómico Las Juntas y Los Veranos, Chacala y Otros, del Municipio de Cabo Corrientes, Jalisco.*
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. (1989). *Aves de México, Guía de Campo.* Ed. Diana, México. D. F.
- Pennington T. D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles Tropicales de México.* Tercera edición. Ediciones Científicas Universitarias. México.
- Ponce-Campos, P. (2004). *Introducción a la herpetología.* U de G., Departamento de Ciencias Ambientales y Ecología, 75 pp.
- Ramírez, P. J., Arroyo-Cabrales, J. y Castro-Campillo, A. (2005). *Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México.* Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 21 (1): 21-82.
- Rzedowski, J. (2003). *Flora y vegetación silvestres (2ª ed.).* En: SEP-UMSNH 2003. (Pp. 63-66). Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. México: EDDISA. 308 pp.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Atlas cultural de México: flora. SEP-INAH-Planeta. Impresora y Editora Mexicana, S.A. Tecoloapan, México. 222 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Sánchez, O. (2004). *Conservación y manejo de anfibios y reptiles: métodos y técnicas.* México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Ordenamiento Ecológico.* Disponible  
En:([http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora\\_cuenca\\_valle\\_mexico/diagnostico\\_final%2022\\_marzo\\_2.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora_cuenca_valle_mexico/diagnostico_final%2022_marzo_2.pdf)).
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Comisión Nacional del Agua. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento a diciembre, ediciones: 1995 CNA, México, 1996.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 1997, 1998, 1999, 1a edición, Semarnap, México, 1998-2000.*



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Delegaciones Federales. México. 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, *Oficina del C. Procurador. Abril 2012.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo. Enero 2008, Julio y octubre 2010, abril 2011, marzo y agosto 2012.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, *Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2012. México 2012.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Instituto Nacional de Ecología. Coordinación del Programa de Cambio Climático. Diciembre de 2012.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. *Inventario Nacional de Emisiones de México 2005. México. 2011.*

Semarnat. 2006. *La gestión ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.*

Shen, T.-J., Chao, A. and Lin, J.-F. (2002). *Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. Ecology 84, 798-804.*

Sibley A. D. (2000). *The SIBLEY Guide to Birds National Audubon Society. New York, USA.*

Sierra. C.A. and M.A. Herrera.2001 *Land use effects on carbón storage in a tropical región of Colombia. Poster presented on Open Science Global Change Conference, Amsterdam.*

Starker Leopold. (1977). *Fauna Silvestre de México, Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales. México.*

Torres R, JM y Guevara S.A. (2002). *El Potencial de México para la producción de Servicios Ambientales: Captura de Carbono y Desempeño Hidráulico. Gaceta Ecológica, abril-junio, Núm. 063, INE, México, DF. Pp 40-59.*

Trejo, I., y R. Dirzo. 2000. *Deforestation of seasonally dry tropical forest: A national and local analysis in Mexico. Biological Conservation 94: 133-142.*



Peterson R. T. y E. L. Chalif. (1989). *Aves de México, guía de campo*. Editorial Diana. México.

Villaseñor G. L. (Ed). (2005). *La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: México.