



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

---

IBERIA RENOVABLES DURANGO  
S.A.P.I. DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

---

## Capítulo I

---

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

## Índice

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	3
I.1. Datos general del proyecto	3
I.2. Datos generales del promovente.	5

CONSULTA PÚBLICA

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

## I.1. Datos generales del proyecto

### I.1.1. Nombre del proyecto

"Huerto Solar Fotovoltaico Durango"

### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Canatlán, Durango, dentro de la provincia fisiográfica III "Sierra Madera Occidental", Subprovincia fisiográfica No. 14 "Sierras y Llanuras de Durango", específicamente en El Ejido J. Guadalupe Aguilera. Su acceso se determina por la carretera federal No. 45, en el tramo Durango-Parral a 56.2156 km de la ciudad de Victoria de Durango. Después de 47.9910 km al noreste al entronque que conduce a la localidad Anáhuac, de este entronque se recorren 2.6904 km con dirección oriente por un camino de terracería a otro entronque con coordenadas Proyección Universal Trasversal de Mercator (UTM), UTM-WGS84 530878 N y 2697137 W. De este punto se recorre 5.5342 km de camino de terracería con dirección sureste al inicio del área del proyecto con coordenada puntual UTM-WGS84 535408 N y 2694870 W. En el Tabla I se presentan la ruta de acceso al proyecto.

TABLA I. 1 RUTAS DE ACCESO AL PROYECTO.

Nombre	Carretera	km
Delegación SEMARNAT Durango - entronque a la Localidad Anáhuac Dgo.	Carr. Libre Federal Mex 45	47.9910
Entronque a la Localidad Anáhuac – Entronque al Proyecto	Terracería S/N	2.6904
Entronque al Proyecto – Área del Proyecto	Terracería S/N	5.5342

Para una mejor referencia en las Figuras I. 1 y 2 se presenta la ubicación y acceso al proyecto en el contexto estatal. En el Anexo 4a se presenta el plano de la ubicación y acceso al proyecto dentro del estado de Durango.



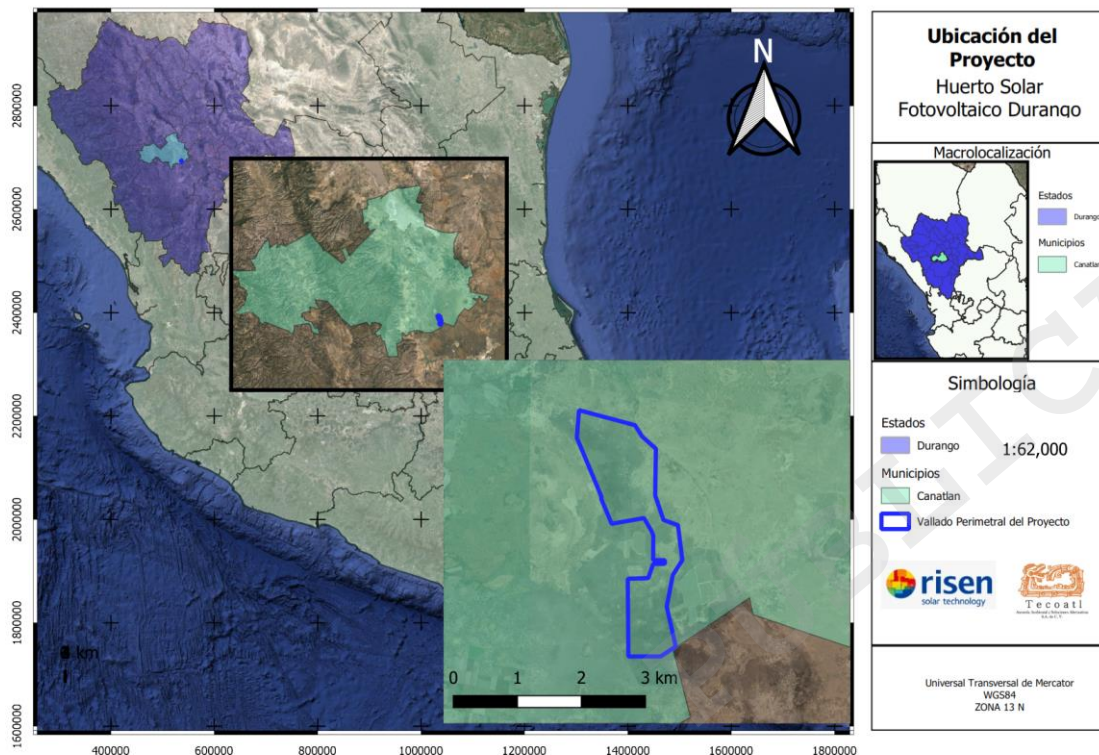


FIGURA I-1. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO EN EL CONTEXTO ESTATAL.

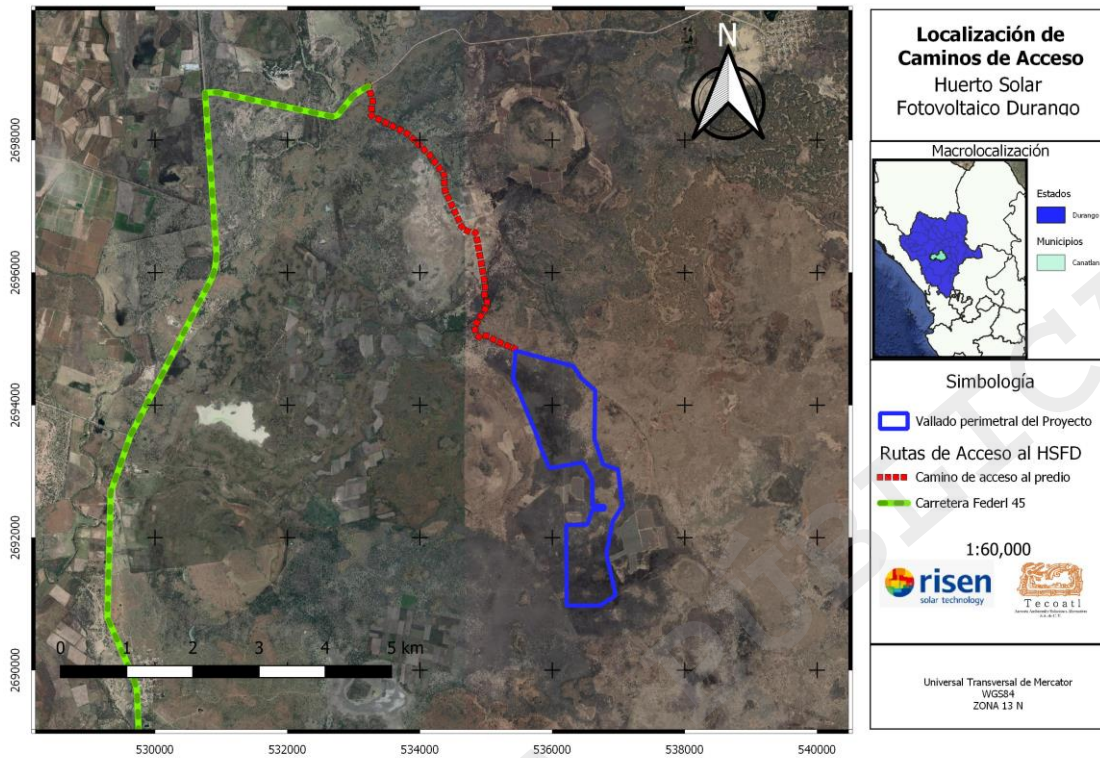


FIGURA I-2. CAMINOS DE ACCESO.

### I.1.3 Duración del proyecto

El proyecto comprende la regularización de las áreas de ampliación de un proyecto existente (como se describe a detalle en el Capítulo II del presente estudio), de tal manera que las obras y actividades relativas al desarrollo del proyecto original y de las áreas de ampliación dieron inicio a partir del mes de febrero de 2019. Actualmente se construyen obras faltantes, principalmente de la subestación eléctrica elevadora, por lo que se estima que el término de la etapa constructiva del proyecto será de seis (6) meses, mientras que para la etapa de operación, mantenimiento y abandono se prevé un tiempo de vida de 62 años.

## I.2. Datos generales del promovente.

### I.2.1. Nombre o razón social

Iberia Renovables Durango S.A.P.I. de C.V.



Ver Anexo 1d, Datos generales, se presenta la documentación del responsable técnico y en el Anexo 1e la protesta de decir verdad firmada por el responsable técnico y Anexo 1f para consultar los documentos legales del predio.

CONSULTA PÚBLICA

IBERIA RENOVABLES DURANGO  
S.A.P.I. DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

## Capítulo II

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

## Índice

II	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO .....	3
II.1	Información general del proyecto .....	3
II.1.1	<b>Naturaleza del proyecto</b> .....	3
II.1.2	<b>Justificación.</b> ....	5
II.1.3	<b>Ubicación física y dimensiones del proyecto</b> .....	7
II.1.4	<b>Inversión requerida</b> .....	34
II.2	Características particulares del proyecto, plan o programa .....	35
II.2.1	<b>Descripción de obras y/o actividades en sus diferentes etapas</b> .....	35
II.2.2	<b>Representación gráfica regional</b> .....	37
II.2.3	<b>Representación gráfica local</b> .....	37
II.2.4	<b>Preparación del sitio y construcción.</b> .....	38
II.2.5	<b>Operación y mantenimiento.</b> ....	75
II.2.6	<b>Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.</b> .....	76
II.2.7	<b>Residuos</b> .....	77
II.2.8	<b>Generación de gases efecto invernadero</b> .....	81
II.3	Referencias.....	81



## II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto "Huerto Solar Fotovoltaico Durango", se inserta en el sector económico secundario, en la actividad económica 2210 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (INEGI, 2020). El proyecto consiste en la regularización de la construcción y operación de 19 zonas de paneles, una subestación eléctrica elevadora y caminos internos correspondientes a las obras requeridas para la ampliación de un parque solar fotovoltaico ya existente, el cual cuenta con una capacidad de generación de 117MW (Figura II.1).

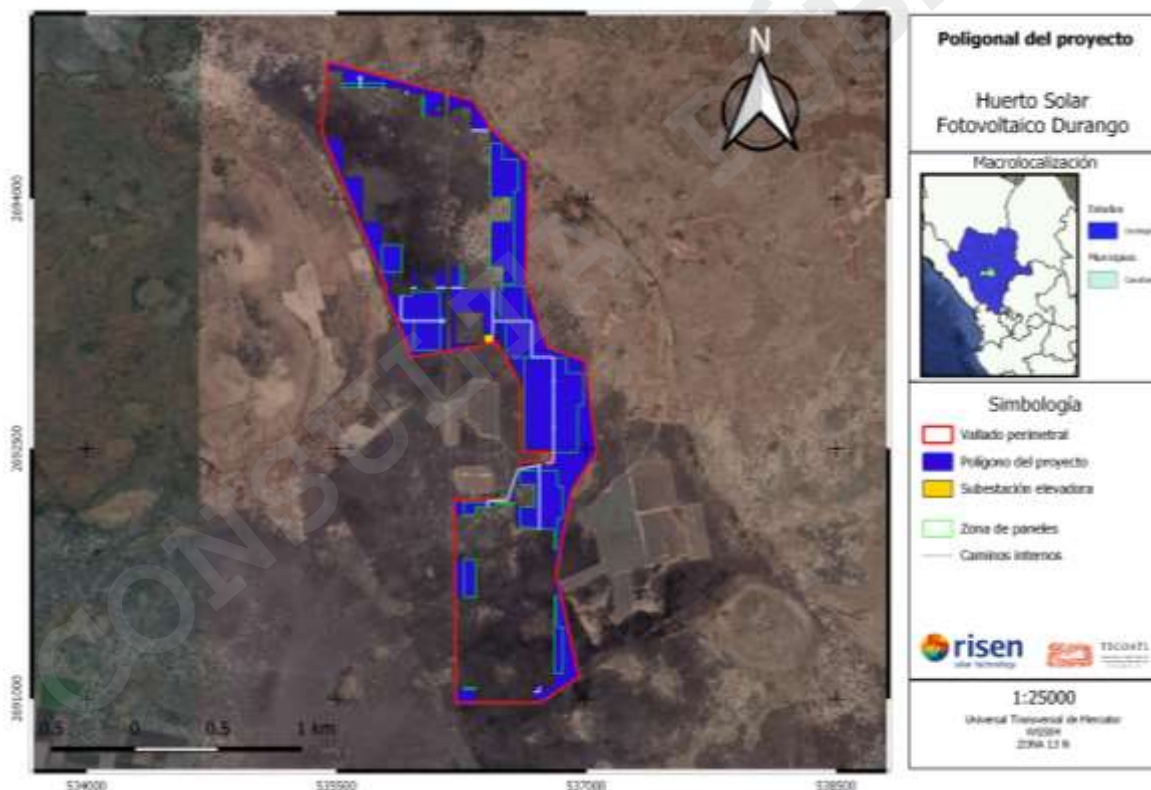


Figura II. 1. Polígono general del proyecto "Huerto Solar Fotovoltaico Durango".

El parque solar original fue previamente autorizado en materia de impacto ambiental por medio del oficio resolutivo número SG/130.2.1.1/001948/15 con fecha de 24 de noviembre de 2015, para una superficie total de 173.47 ha (SG/130.2.1.1/000667/17 del 18 de abril de 2017) y por una vigencia de tres (3) años para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio y construcción y 62 años para la etapa de operación, mantenimiento y abandono del sitio. Por medio del oficio SG/130.2.1.1./0242/19 el plazo para la preparación del sitio y construcción del proyecto fue ampliado por tres (3) años más, por lo que actualmente la autorización se encuentra vigente.

De igual manera, el parque solar original cuenta con dos autorizaciones para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; la primera en donde se autoriza el cambio de uso de suelo en una superficie de 47.34 hectáreas de Matorral Crasicaule de acuerdo con la resolución administrativa SG/130.2.2/001456/18 de fecha 8 de junio de 2018, la cual otorga un plazo de nueve (9) meses contados a partir del 08 de junio de 2019 para ejecutar las actividades de remoción de vegetación y un oficio de ampliación de plazo para realizar la remoción vegetal por un periodo de nueve (9) meses más con número de oficio SG/130.2.2/1253/19 con fecha de 14 de mayo de 2019. La segunda autorización se otorga para el cambio de uso de suelo en 231 hectáreas de Pastizal-Huizachal mediante la resolución administrativa SG/130.2.2/1743/19 de fecha 2 de julio de 2019 por un plazo de nueve (9) meses, contados a partir del 04 de julio de 2019. Actualmente, los plazos de ambas autorizaciones, así como las actividades de remoción vegetal han concluido.

Conforme a las autorizaciones antes referidas, el proyecto inició la etapa de preparación del sitio y construcción con fecha 21 de febrero de 2019, por lo que actualmente se cuenta con un avance en obra e instalación del 90 % respecto al programa general de trabajo y se estima su conclusión y puesta en marcha en un periodo de seis (6) meses.

Las obras que contempla el presente proyecto, y que corresponden a la ampliación del parque solar original, han sido previamente señaladas como parte de un proceso de inspección realizado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa) y que fue referido en el Acta de Inspección en Materia de Impacto Ambiental No. 100/2020 con fecha del 21 de octubre de 2020. Documento mediante el cual se describieron los daños a los recursos naturales consistentes en la pérdida de vegetación forestal que crecía y se desarrollaba de forma natural y suelo forestal y por lo cual, la Procuraduría procedió a imponer una medida de seguridad de aseguramiento precautorio de clausura total temporal de las áreas descritas como Área 1, Área 2, Área 3, Área 4, Área 5, Área 6 y Área A, Área B, Área C, Área D y Área E hasta ser presentada la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental para cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas e infraestructura eléctrica anexando: I) La manifestación impacto ambiental. II) Autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría para cambio de uso del suelo de áreas forestales, sí como en selvas y zonas áridas e infraestructura eléctrica; III) Aviso a la Secretaría del inicio y conclusión del proyecto, y IV) Documentación que acredite el cumplimiento de términos



y condicionantes (con relación a las superficies marcadas como: Área 1, Área 2, Área 3, Área 4, Área 5, Área 6 y Área A, Área B, Área C, Área D y Área E).

Los documentos legales antes referidos se presentan en el Anexo 2 del presente estudio.

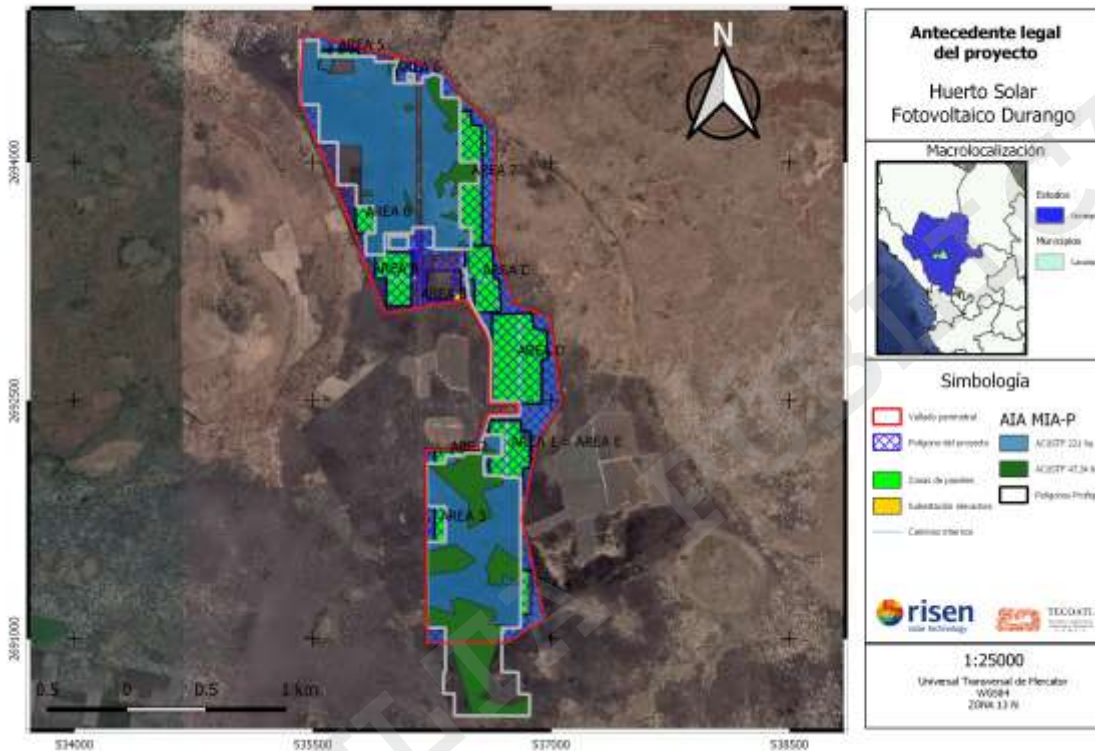







Figura II. 2. Mapa del antecedente legal del proyecto.  Poligonal del proyecto.  Polígono con Autorización de Impacto Ambiental modalidad Particular.  Polígono con Autorización de Cambio de Uso de Suelo en 231 ha de Pastizal – Huizachal.  Polígono con Autorización de Cambio de Uso de Suelo en 47.34 ha de Matorral Crasicaule.  Polígonos de inspección PROFEPA.

### II.1.2 Justificación.

La selección de las áreas de ampliación del parque solar fotovoltaico previamente autorizado en el oficio SG/130.2.1.1/001948/15, se basó en factores técnicos, ambientales y socioeconómicos definidos en la Manifestación de Impacto Ambiental original y en las necesidades del propio proyecto identificadas durante el proceso constructivo.

Las áreas de ampliación son aledañas a las áreas previamente autorizadas por lo que, al igual que el proyecto original, se encuentran fuera de ecosistemas frágiles o Áreas Naturales Protegidas del

orden federal y estatal, las áreas que presentaron cobertura vegetal cuentan con las autorizaciones de cambio de uso de suelo correspondientes, además de que los sitios seleccionados se encuentran cercanos a vías de acceso en operación favoreciendo así al desarrollo del proyecto.

Los suelos donde se desarrollaron las obras, eran aprovechados para actividades ganaderas, agrícolas o producción de autoconsumo como leña, frutos o semillas comestibles. Sin embargo, el uso de suelo será más rentable que el actual al generar oportunidades de empleo, ya que, en conjunto con el proyecto original, el presente proyecto de ampliación ha coadyuvado a la generación de 700 empleos directos, con mano de obra calificada y no calificada para las etapas de preparación del sitio, construcción y se estima la generación de 20 empleos directos en la etapa de operación y mantenimiento. El personal contratado se ha seleccionado de las localidades cercanas al proyecto y el personal calificado en operación de maquinaria y equipo, así como las actividades propias de la actividad en la ciudad de Durango o estados vecinos.

En síntesis, el área seleccionada para la ampliación del parque fotovoltaico fue motivada por las particularidades de carácter ambiental, técnico y socioeconómico que se señalan a continuación:

#### **Criterio Ambiental**

- 1) Las áreas de ampliación son colindantes a las autorizadas previamente en el proyecto original, por lo cual, se localizan en el mismo Sistema Ambiental previamente evaluado para el parque solar.
- 2) En su mayor proporción, el área de ampliación se encuentra en vegetación de Pastizal Inducido (PI).
- 3) El desarrollo de las obras de ampliación no se encuentra dentro de ecosistemas frágiles, además, el proyecto se localiza fuera de Áreas Naturales Protegidas del orden federal y estatal.
- 4) Las áreas seleccionadas para la ampliación son vinculantes con la legislación vigente y ordenamientos territoriales correspondientes.
- 5) El impacto visual de la obra es mínimo, dado que no se localiza en áreas cercanas a zonas rurales ni poblados.
- 6) Los servicios ambientales se seguirán generando de manera normal y no son imputables al desarrollo del proyecto.
- 7) No se afectan cuerpos de agua.
- 8) El nuevo uso del suelo no compromete ni pone en riesgo la biodiversidad de la zona de influencia.

### **Criterios Técnicos**

- 9) Las áreas de ampliación son colindantes a las áreas autorizadas previamente en el proyecto original lo que facilita en gran medida las actividades constructivas y operativas del mismo.
- 10) Se aprovecha la alta incidencia de energía solar en la gran mayoría del territorio nacional (en el municipio de Canatlán es de 5.72 kWh/m<sup>2</sup>) por día en promedio anual.
- 11) El sitio no se encuentra en terrenos frágiles.
- 12) El sitio cuenta con un relieve favorable ya que cuenta con una topografía plana con pendiente promedio de 2.5° , lo que favorece a la construcción de la obra.
- 13) El sitio seleccionado permite minimizar gastos de construcción y operación.

### **Criterio Socioeconómico.**

- 14) Factibilidad y facilidad para adquirir anuencias o permiso de paso de los predios afectados.
- 15) Creación de fuentes de empleo.
- 16) No es una zona con valor histórico.
- 17) No es una zona atractiva para desarrollar condiciones de ecoturismo de naturaleza o aventura.
- 18) Habrá beneficios indirectos en la adquisición de insumos, servicio y contratación de mano de obra.

### **II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto**

El proyecto se ubica en el municipio de Canatlán, Durango, dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madera Occidental", Subprovincia fisiográfica No. 14 "Sierras y Llanuras de Durango", específicamente en El Ejido J. Guadalupe Aguilera. La ubicación se determina por la carretera federal No. 45, en el tramo Durango-Parral a 56.2156 km de la ciudad de Victoria de Durango. Después de 47.9910 km al noreste al entronque que conduce a la localidad Anáhuac, de este entronque se recorren 2.6904 km con dirección oriente por un camino de terracería a otro entronque con coordenadas Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), UTM-WGS84 530878 N y 2697137 W. De este punto se recorre 5.5342 km de camino de terracería con dirección sureste al inicio del área del proyecto con coordenada puntual UTM-WGS84 535408 N y 2694870 W (Figura II. 3).

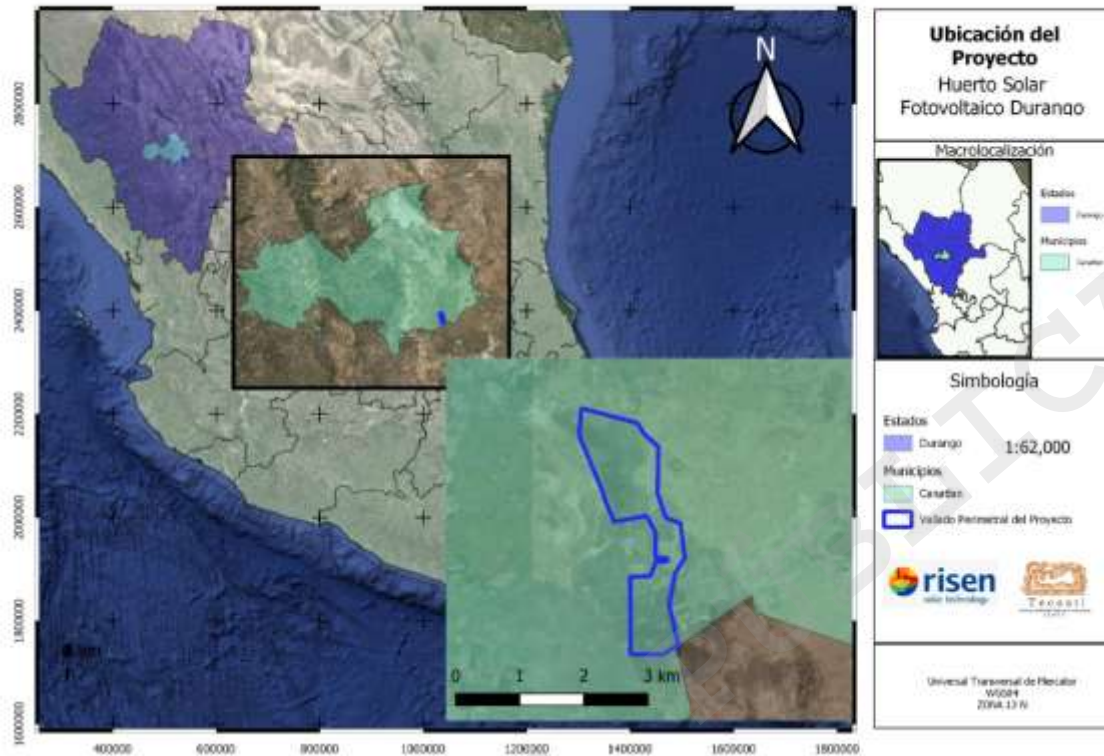


Figura II. 3 Ubicación física del proyecto.

El desarrollo de las obras se lleva a cabo al interior de terrenos superficiales cuya tenencia de la tierra es de carácter social (ejidal) en este caso en El Ejido J. Guadalupe Aguilera, el cual se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Canatlán, Durango (Anexo 1).

En las Tablas II. 1, II. 2, II.3 y II.4, se presentan las coordenadas de ubicación del Cerco o vallado perimetral, la poligonal del proyecto, así como de los polígonos de las obras permanentes que se encuentran en proceso de construcción (19 zonas de paneles, subestación eléctrica elevadora y caminos internos).

Tabla II. 1 Coordenadas de localización del Vallado perimetral del proyecto. UTM WGS 84, Zona 13 N.

VALLADO PERIMETRAL		
No.	X	Y
1	535446	2694822
2	536321	2694588
3	536431	2694413
4	536648	2694220
5	536637	2693489
6	536766	2693108
7	536992	2693026
8	537061	2692481
9	536912	2692248
10	536816	2691754
11	536958	2691130
12	536721	2690976
13	536218	2690975
14	536208	2692189
15	536527	2692199
16	536606	2692421
17	536790	2692423
18	536788	2692479
19	536605	2692481
20	536607	2692862
21	536582	2692928
22	536462	2693137
23	535957	2693048
24	535790	2693445
25	535801	2693462
26	535413	2694393
27	535446	2694822

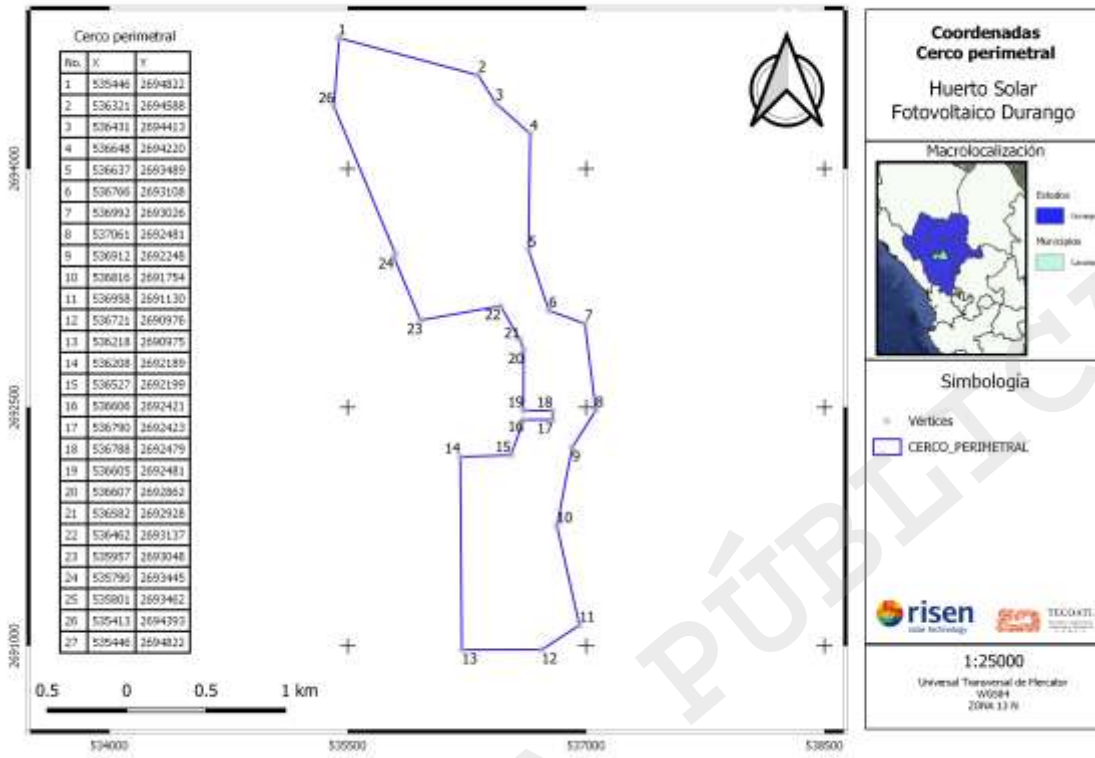


Figura II. 4 Plano con coordenadas de localización del Cerco Perimetral del proyecto. UTM WGS 84, Zona 13 N

Tabla II. 2 Coordenadas de localización de la poligonal del proyecto. UTM WGS 84, Zona 13 N.

Poligonal del proyecto		
No.	X	Y
1	535950.00	2693553.00
2	536129.00	2693553.00
3	536129.00	2693590.00
4	536156.45	2693589.79
5	536157.79	2693415.94
6	536158.29	2693340.11
7	536158.44	2693322.08
8	536157.35	2693325.00
9	536156.47	2693327.99
10	536155.80	2693331.03
11	536155.34	2693334.11
12	536155.10	2693337.21
13	536155.19	2693399.21
14	536155.06	2693402.93
15	536154.68	2693406.62
16	536154.05	2693410.28
17	536153.18	2693413.89
18	536152.07	2693417.44
19	536150.72	2693420.90
20	536149.14	2693424.26
21	536147.34	2693427.51
22	536145.32	2693430.63



23	536143.10	2693433.61	63	536143.44	2693411.57
24	536140.69	2693436.43	64	536144.20	2693408.54
25	536138.09	2693439.08	65	536144.74	2693405.45
26	536135.32	2693441.55	66	536145.08	2693402.34
27	536132.39	2693443.83	67	536145.19	2693399.21
28	536129.31	2693445.91	68	536145.19	2693341.09
29	536126.10	2693447.78	69	536145.19	2693341.09
30	536122.77	2693449.43	70	536145.18	2693337.34
31	536119.34	2693450.85	71	536145.43	2693333.59
32	536115.82	2693452.03	72	536145.93	2693329.87
33	536112.23	2693452.98	73	536146.68	2693326.20
34	536108.58	2693453.68	74	536147.68	2693322.58
35	536104.89	2693454.14	75	536148.93	2693319.04
36	536101.19	2693454.35	76	536150.42	2693315.59
37	535950.73	2693454.35	77	536152.13	2693312.26
38	535950.00	2693553.00	78	536154.07	2693309.04
39	535978.00	2693535.00	79	536156.23	2693305.97
40	535978.00	2693456.00	80	536158.59	2693303.05
41	536099.00	2693456.00	81	536160.35	2693083.84
42	536099.00	2693535.00	82	535957.00	2693048.00
43	535978.00	2693535.00	83	535790.00	2693445.00
44	535950.80	2693444.38	84	535796.61	2693455.22
45	536102.07	2693444.38	85	535799.43	2693453.25
46	536105.18	2693444.12	86	535802.35	2693451.45
47	536108.28	2693443.64	87	535805.39	2693449.84
48	536111.33	2693442.95	88	535808.52	2693448.42
49	536114.33	2693442.06	89	535811.73	2693447.20
50	536117.26	2693440.95	90	535815.01	2693446.18
51	536120.11	2693439.65	91	535818.35	2693445.37
52	536122.86	2693438.16	92	535821.74	2693444.77
53	536125.50	2693436.48	93	535825.15	2693444.38
54	536128.01	2693434.62	94	535832.00	2693444.38
55	536130.40	2693432.59	95	535832.00	2693418.00
56	536132.64	2693430.40	96	535951.00	2693418.00
57	536134.72	2693428.06	97	535950.80	2693444.38
58	536136.64	2693425.59	98	536147.01	2694634.53
59	536138.38	2693422.99	99	536148.61	2694498.00
60	536139.93	2693420.27	100	536011.00	2694498.00
61	536141.30	2693417.45	101	536010.00	2694587.00
62	536142.47	2693414.55	102	536027.00	2694604.00

103	536036.00	2694642.00	143	535814.46	2693456.84
104	536010.00	2694634.00	144	535811.72	2693457.92
105	535892.00	2694633.00	145	535809.05	2693459.19
106	535892.00	2694667.00	146	535806.47	2693460.62
107	535538.00	2694667.00	147	535803.99	2693462.23
108	535538.00	2694769.00	148	535801.62	2693463.99
109	535441.92	2694769.00	149	535799.37	2693465.90
110	535446.00	2694822.00	150	535797.48	2693470.41
111	536147.01	2694634.53	151	536216.94	2691103.24
112	536136.00	2694601.00	152	536208.00	2692189.00
113	536136.00	2694606.00	153	536527.00	2692199.00
114	536131.00	2694606.00	154	536600.85	2692406.53
115	536131.00	2694601.00	155	536567.00	2692300.00
116	536136.00	2694601.00	156	536567.00	2692241.00
117	536017.00	2694519.00	157	536564.00	2692243.00
118	536017.00	2694522.00	158	536558.00	2692169.00
119	536011.00	2694522.00	159	536466.00	2692172.00
120	536012.00	2694519.00	160	536442.00	2692150.00
121	536017.00	2694519.00	161	536334.00	2692150.00
122	536136.00	2694518.00	162	536334.00	2692104.00
123	536136.00	2694558.00	163	536216.00	2692104.00
124	536096.00	2694558.00	164	536216.00	2691834.00
125	536096.00	2694518.00	165	536334.00	2691834.00
126	536136.00	2694518.00	166	536334.00	2691610.00
127	535797.48	2693470.41	167	536216.00	2691610.00
128	535425.50	2694363.00	168	536216.94	2691103.24
129	535538.00	2694363.00	169	536334.00	2690975.23
130	535538.00	2694127.00	170	536218.00	2690975.00
131	535656.00	2694127.00	171	536217.23	2691069.00
132	535656.00	2693857.00	172	536334.00	2691069.00
133	535774.00	2693857.00	173	536334.00	2690975.23
134	535774.00	2693722.00	174	535420.00	2694376.20
135	535892.00	2693722.00	175	535413.00	2694393.00
136	535892.00	2693553.00	176	535420.00	2694484.00
137	535832.00	2693553.00	177	535420.00	2694376.20
138	535832.00	2693454.35	178	536177.11	2694626.48
139	535825.97	2693454.35	179	536321.00	2694588.00
140	535823.04	2693454.69	180	536431.00	2694413.00
141	535820.13	2693455.22	181	536648.00	2694220.00
142	535817.27	2693455.93	182	536637.00	2693489.00



183	536766.00	2693108.00	223	536606.00	2692421.00
184	536992.00	2693026.00	224	536790.00	2692423.00
185	537061.00	2692481.00	225	536788.00	2692479.00
186	536912.00	2692248.00	226	536605.00	2692481.00
187	536816.00	2691754.00	227	536607.00	2692862.00
188	536958.00	2691130.00	228	536582.00	2692928.00
189	536721.00	2690976.00	229	536462.00	2693137.00
190	536689.00	2690975.94	230	536190.31	2693089.12
191	536689.00	2691069.00	231	536188.73	2693285.28
192	536779.00	2691065.00	232	536192.50	2693284.61
193	536767.00	2691069.00	233	536196.31	2693284.21
194	536807.00	2691069.00	234	536200.14	2693284.08
195	536808.00	2691347.00	235	536212.97	2693284.08
196	536808.00	2691382.00	236	536213.91	2693129.09
197	536807.00	2691478.00	237	536385.69	2693129.94
198	536807.00	2692015.00	238	536384.41	2693321.26
199	536697.00	2692015.00	239	536212.75	2693320.40
200	536697.00	2692024.00	240	536212.91	2693294.08
201	536577.00	2692031.00	241	536200.14	2693294.08
202	536575.00	2692150.00	242	536197.24	2693294.18
203	536689.00	2692150.00	243	536194.35	2693294.46
204	536689.00	2692285.00	244	536191.48	2693294.93
205	536573.00	2692285.00	245	536188.65	2693295.58
206	536573.00	2692300.00	246	536188.29	2693340.33
207	536609.00	2692401.00	247	536187.79	2693416.15
208	536801.00	2692402.00	248	536186.45	2693589.56
209	536799.00	2692492.00	249	536260.00	2693589.00
210	536618.00	2692497.00	250	536260.00	2693454.00
211	536622.00	2692864.00	251	536496.00	2693454.00
212	536598.00	2692934.00	252	536496.00	2693576.00
213	536483.00	2693143.00	253	536496.00	2693590.00
214	536465.00	2693328.00	254	536425.00	2693589.00
215	536459.00	2693330.00	255	536425.00	2693632.00
216	536476.00	2693141.00	256	536425.00	2693652.00
217	536592.00	2692930.00	257	536425.00	2693866.00
218	536615.00	2692863.00	258	536543.00	2693867.00
219	536610.00	2692491.00	259	536543.00	2693876.00
220	536790.00	2692485.00	260	536545.00	2694006.00
221	536793.00	2692411.00	261	536425.00	2694001.00
222	536601.02	2692407.00	262	536425.00	2694090.00

---

263	536425.00	2694228.00	268	536239.00	2694542.00
264	536425.00	2694408.00	269	536189.00	2694542.00
265	536310.00	2694408.00	270	536189.00	2694498.00
266	536310.00	2694543.00	271	536178.61	2694498.00
267	536244.00	2694558.00	272	536177.11	2694626.48

CONSULTA PÚBLICA

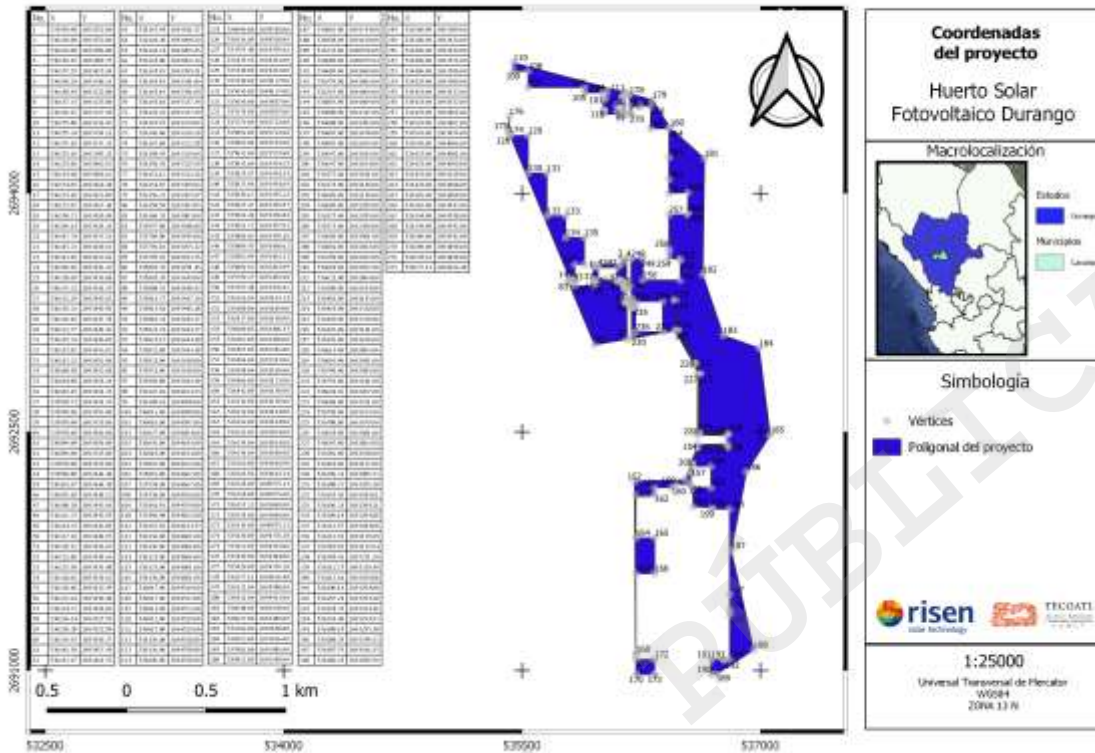


Figura II. 5. Plano con coordenadas de la poligonal del proyecto. UTM WGS 84, Zona 13 N

Tabla II. 3 Coordenadas de localización de las obras permanentes del proyecto (zonas de paneles y SEE). UTM WGS 84, Zona 13 N

PANELES				
No.	X	Y		
			12	536409.061 2692176.673
			13	536409.115 2692177.253
1	536262.189	2691069.000	14	536409.204 2692177.829
2	536334.000	2691069.000	15	536409.328 2692178.399
3	536334.000	2691055.408	16	536409.487 2692178.959
4	536262.189	2691055.408	17	536409.680 2692179.509
5	536262.189	2691069.000	18	536558.833 2692179.268
6	536558.833	2692179.268	19	536405.544 2692150.000
7	536558.000	2692169.000	20	536334.000 2692150.000
8	536466.000	2692172.000	21	536334.000 2692104.000
9	536442.000	2692150.000	22	536262.300 2692104.000
10	536409.044	2692150.000	23	536262.161 2692179.752
11	536409.044	2692176.090	24	536406.003 2692179.515

25	536405.803	2692178.672	65	536807.000	2691898.913
26	536405.659	2692177.818	66	536716.038	2692015.000
27	536405.572	2692176.956	67	536697.000	2692015.000
28	536405.544	2692176.090	68	536697.000	2692024.000
29	536405.544	2692150.000	69	536604.464	2692029.398
30	536334.000	2691834.000	70	536604.542	2692150.000
31	536334.000	2691610.000	71	536689.000	2692150.000
32	536263.356	2691610.000	72	536689.000	2692285.000
33	536263.260	2691833.973	73	536604.672	2692285.000
34	536334.000	2691834.000	74	536605.673	2692367.367
35	536807.664	2691253.627	75	536716.038	2692367.479
36	536808.000	2691347.000	76	536716.038	2692188.803
37	536808.000	2691381.529	77	536711.598	2692188.803
38	536808.001	2691381.795	78	536711.598	2692180.743
39	536808.000	2691381.884	79	536716.038	2692180.743
40	536808.000	2691382.000	80	536716.038	2692015.000
41	536807.996	2691382.348	81	536799.286	2692479.123
42	536807.994	2691382.682	82	536799.000	2692492.000
43	536808.016	2691384.028	83	536626.926	2692496.753
44	536807.946	2691387.220	84	536625.148	2693047.009
45	536807.000	2691477.997	85	536683.514	2693047.009
46	536807.000	2691616.250	86	536792.125	2693047.009
47	536824.181	2691616.255	87	536792.739	2693046.988
48	536824.181	2691431.736	88	536793.351	2693046.925
49	536859.813	2691431.736	89	536793.956	2693046.821
50	536859.290	2691148.276	90	536794.553	2693046.675
51	536807.290	2691148.196	91	536795.139	2693046.489
52	536807.401	2691179.945	92	536795.711	2693046.264
53	536807.654	2691249.737	93	536796.266	2693046.000
54	536807.664	2691253.627	94	536796.801	2693045.699
55	536807.000	2691898.913	95	536797.315	2693045.362
56	536807.000	2692015.000	96	536797.805	2693044.990
57	536719.541	2692015.000	97	536798.268	2693044.586
58	536719.538	2692367.483	98	536798.703	2693044.152
59	536826.402	2692367.592	99	536799.106	2693043.689
60	536825.426	2692274.461	100	536799.478	2693043.199
61	536859.062	2692274.461	101	536799.815	2693042.685
62	536859.613	2692083.618	102	536800.116	2693042.150
63	536825.436	2692083.664	103	536800.380	2693041.595
64	536823.936	2691898.913	104	536800.605	2693041.023

105	536800.791	2693040.437	145	536670.414	2693255.368
106	536800.937	2693039.840	146	536670.486	2693254.721
107	536801.041	2693039.234	147	536670.514	2693254.071
108	536801.104	2693038.623	148	536670.474	2693048.990
109	536801.125	2693038.009	149	536670.478	2693048.777
110	536801.125	2692915.382	150	536534.820	2693048.823
111	536798.646	2692915.382	151	536515.699	2693068.789
112	536798.646	2692900.322	152	536526.674	2693048.826
113	536801.125	2692900.322	153	536515.771	2693048.829
114	536801.125	2692631.781	154	536515.699	2693068.789
115	536798.646	2692631.781	155	536626.946	2692490.435
116	536798.682	2692616.721	156	536790.000	2692485.000
117	536801.125	2692616.721	157	536790.242	2692479.024
118	536801.125	2692479.143	158	536788.000	2692479.000
119	536799.286	2692479.123	159	536713.537	2692479.821
120	536534.820	2693048.823	160	536629.518	2692480.732
121	536515.646	2693083.670	161	536626.978	2692480.760
122	536515.000	2693263.570	162	536626.946	2692490.435
123	536660.845	2693263.571	163	536260.000	2693589.000
124	536660.929	2693263.571	164	536260.000	2693486.846
125	536661.580	2693263.549	165	536243.859	2693486.846
126	536662.227	2693263.483	166	536243.859	2693589.123
127	536662.869	2693263.373	167	536260.000	2693589.000
128	536663.501	2693263.220	168	536478.595	2693454.000
129	536664.122	2693263.024	169	536496.000	2693454.000
130	536664.728	2693262.787	170	536496.000	2693477.115
131	536665.316	2693262.508	171	536496.000	2693480.353
132	536665.884	2693262.191	172	536631.000	2693480.238
133	536666.430	2693261.836	173	536631.941	2693267.071
134	536666.950	2693261.445	174	536631.941	2693267.071
135	536667.442	2693261.019	175	536478.437	2693267.135
136	536667.904	2693260.561	176	536478.595	2693454.000
137	536668.334	2693260.072	177	536496.000	2693588.926
138	536668.730	2693259.556	178	536496.000	2693590.000
139	536669.090	2693259.014	179	536495.999	2693590.000
140	536669.412	2693258.448	180	536495.999	2693590.001
141	536669.695	2693257.862	181	536425.000	2693589.000
142	536669.938	2693257.258	182	536425.000	2693632.000
143	536670.139	2693256.640	183	536425.000	2693652.000
144	536670.298	2693256.008	184	536425.000	2693866.000

185	536483.986	2693866.500	225	535894.813	2693269.445
186	536542.986	2693866.996	226	535894.188	2693269.796
187	536542.986	2693867.000	227	535893.589	2693270.189
188	536543.000	2693867.000	228	535893.017	2693270.622
189	536543.000	2693867.965	229	535892.477	2693271.094
190	536545.000	2694006.000	230	535891.970	2693271.601
191	536518.982	2694005.011	231	535891.499	2693272.141
192	536474.729	2694003.072	232	535891.066	2693272.712
193	536451.090	2694002.087	233	535890.672	2693273.312
194	536425.030	2694001.001	234	535890.321	2693273.937
195	536425.000	2694331.760	235	535890.013	2693274.584
196	536425.000	2694331.787	236	535889.750	2693275.251
197	536495.064	2694331.787	237	535889.533	2693275.935
198	536497.000	2694234.000	238	535889.363	2693276.631
199	536592.226	2694235.320	239	535889.242	2693277.338
200	536593.218	2694048.860	240	535889.168	2693278.051
201	536566.699	2694049.041	241	535889.144	2693278.767
202	536566.273	2693484.818	242	535889.144	2693418.000
203	536496.089	2693485.246	243	535892.000	2693418.000
204	536496.000	2693588.926	244	535951.000	2693418.000
205	535950.873	2693444.383	245	535950.993	2693418.912
206	536102.064	2693444.383	246	535950.873	2693444.383
207	536102.388	2693444.356	247	535774.000	2693722.000
208	536105.168	2693444.122	248	535892.000	2693722.000
209	536106.236	2693443.959	249	535892.000	2693555.798
210	536108.247	2693443.648	250	535775.906	2693556.798
211	536109.478	2693443.373	251	535774.000	2693722.000
212	536111.286	2693442.965	252	536030.000	2694498.000
213	536112.573	2693442.582	253	536011.000	2694498.000
214	536114.271	2693442.074	254	536010.866	2694509.960
215	536115.572	2693441.589	255	536010.765	2694519.037
216	536117.117	2693441.007	256	536010.731	2694521.996
217	536118.376	2693268.267	257	536010.730	2694521.997
218	535899.644	2693268.267	258	536010.007	2694586.353
219	535898.927	2693268.292	259	536027.000	2694604.000
220	535898.214	2693268.365	260	536027.000	2694604.000
221	535897.507	2693268.487	261	536027.000	2694604.000
222	535896.811	2693268.657	262	536027.000	2694604.000
223	535896.128	2693268.874	263	536027.949	2694608.004
224	535895.461	2693269.137	264	536030.000	2694498.000

265	536017.000	2694519.000	290	536808.646	2692631.781
266	536017.000	2694522.000	291	536804.625	2692631.781
267	536011.000	2694522.000	292	536804.625	2692900.322
268	536012.000	2694519.000	293	536808.646	2692900.322
269	536017.000	2694519.000	294	536808.646	2692915.382
270	535787.331	2694667.000	295	536804.625	2692915.382
271	535649.915	2694667.000	296	536804.625	2693045.222
272	535649.915	2694694.722	297	536881.542	2693044.744
273	535649.915	2694694.733	298	536881.542	2693044.744
274	535787.331	2694694.733	299	536118.401	2693264.767
275	535787.331	2694667.000	300	536119.669	2693090.903
276	535538.000	2694667.000	301	535963.485	2693091.113
277	535538.000	2694694.756	302	535963.495	2693264.767
278	535640.841	2694694.813	303	536118.401	2693264.767
279	535640.841	2694667.000			
280	535538.000	2694667.000			
281	536881.542	2693044.744			
282	536881.623	2692953.378			
283	536981.631	2692952.296			
284	536981.606	2692760.512			
285	536946.982	2692760.549			
286	536946.261	2692479.181			
287	536804.625	2692479.181			
288	536804.625	2692616.721			
289	536808.646	2692616.721			

SUBESTACIÓN ELECTRICA ELEVADORA		
No.	X	Y
1	536385.352	2693185.84
2	536445.351	2693186.3
3	536445.697	2693134.86
4	536385.699	2693134.39
5	536385.352	2693185.84



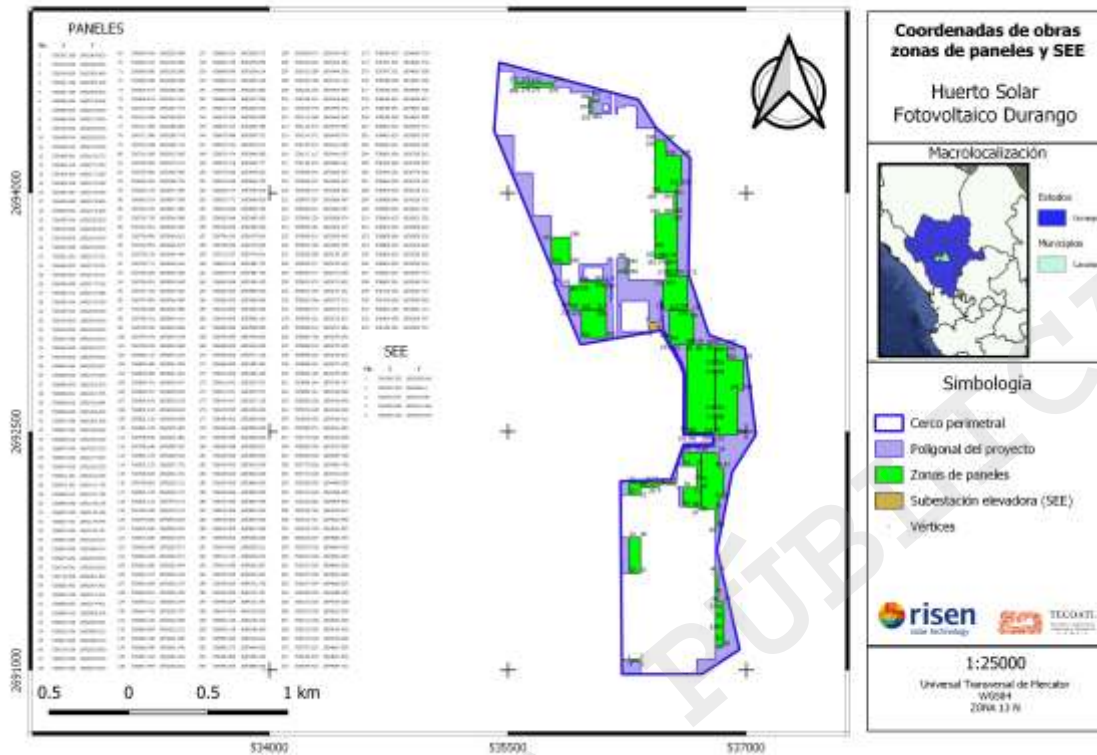


Figura II. 6. Plano de coordenadas de las obras permanentes del proyecto (zonas de paneles y SEE). UTM WGS 84, Zona 13 N.

Tabla II. 4 Coordenadas de localización de las obras permanentes del proyecto (vialidades internas). UTM WGS 84, Zona 13 N

CAMINOS INTERNOS					
No.	X	Y			
			11	536710.91	2691044.07
			12	536711.47	2691044.38
1	536707.12	2691039.50	13	536712.02	2691044.74
2	536689.00	2691039.50	14	536712.53	2691045.13
3	536689.00	2691043.00	15	536713.02	2691045.56
4	536706.54	2691043.00	16	536713.48	2691046.02
5	536707.19	2691043.02	17	536713.91	2691046.51
6	536707.83	2691043.09	18	536714.30	2691047.02
7	536708.47	2691043.20	19	536714.66	2691047.57
8	536709.10	2691043.35	20	536714.97	2691048.13
9	536709.72	2691043.55	21	536715.25	2691048.72
10	536710.32	2691043.79	22	536715.49	2691049.32



23	536715.69	2691049.94	63	536590.46	2692375.34
24	536715.84	2691050.57	64	536591.13	2692375.92
25	536715.95	2691051.21	65	536572.07	2692315.96
26	536716.02	2691051.85	66	536531.29	2692198.11
27	536716.04	2691052.50	67	536531.29	2692198.11
28	536716.04	2691067.80	68	536530.98	2692197.30
29	536719.55	2691067.64	69	536530.62	2692196.52
30	536719.55	2691052.50	70	536530.20	2692195.76
31	536719.55	2691052.50	71	536529.74	2692195.03
32	536719.52	2691051.60	72	536529.22	2692194.33
33	536719.43	2691050.70	73	536528.67	2692193.66
34	536719.27	2691049.81	74	536528.06	2692193.04
35	536719.05	2691048.94	75	536527.42	2692192.46
36	536718.78	2691048.08	76	536526.74	2692191.92
37	536718.44	2691047.24	77	536526.03	2692191.43
38	536718.05	2691046.43	78	536525.29	2692190.98
39	536717.60	2691045.65	79	536524.51	2692190.59
40	536717.10	2691044.90	80	536523.72	2692190.25
41	536716.54	2691044.18	81	536522.90	2692189.96
42	536715.94	2691043.51	82	536522.06	2692189.73
43	536715.30	2691042.88	83	536521.22	2692189.55
44	536714.61	2691042.29	84	536520.36	2692189.43
45	536713.88	2691041.76	85	536519.49	2692189.37
46	536713.12	2691041.28	86	536418.19	2692185.58
47	536712.33	2691040.85	87	536417.53	2692185.54
48	536711.51	2691040.47	88	536416.87	2692185.44
49	536710.66	2691040.16	89	536416.23	2692185.30
50	536709.79	2691039.90	90	536415.59	2692185.12
51	536708.91	2691039.71	91	536414.97	2692184.89
52	536708.02	2691039.57	92	536414.36	2692184.62
53	536707.12	2691039.50	93	536413.78	2692184.31
54	536707.12	2691039.50	94	536413.22	2692183.96
55	536527.98	2692199.26	95	536412.68	2692183.57
56	536587.12	2692370.15	96	536412.18	2692183.14
57	536587.44	2692370.98	97	536411.70	2692182.68
58	536587.82	2692371.79	98	536411.26	2692182.19
59	536588.25	2692372.57	99	536410.85	2692181.67
60	536588.73	2692373.32	100	536410.48	2692181.12
61	536589.26	2692374.03	101	536410.15	2692180.54
62	536589.84	2692374.70	102	536409.86	2692179.95

103	536409.62	2692179.33	143	536524.14	2692194.37
104	536409.41	2692178.71	144	536524.66	2692194.73
105	536409.25	2692178.06	145	536525.16	2692195.12
106	536409.14	2692177.41	146	536525.63	2692195.55
107	536409.07	2692176.75	147	536526.07	2692196.01
108	536409.04	2692176.09	148	536526.47	2692196.49
109	536409.04	2692150.00	149	536526.85	2692197.00
110	536405.54	2692150.00	150	536527.19	2692197.54
111	536405.54	2692176.09	151	536527.49	2692198.09
112	536405.58	2692177.00	152	536527.76	2692198.67
113	536405.67	2692177.90	153	536527.98	2692199.26
114	536405.83	2692178.79	154	536527.98	2692199.26
115	536406.05	2692179.67	155	536776.20	2692410.65
116	536406.33	2692180.53	156	536756.70	2692410.24
117	536406.66	2692181.37	157	536792.73	2692417.56
118	536407.06	2692182.18	158	536792.88	2692414.02
119	536407.51	2692182.97	159	536776.20	2692410.65
120	536408.02	2692183.72	160	535978.00	2693462.95
121	536408.58	2692184.44	161	535971.34	2693462.95
122	536409.18	2692185.11	162	535959.94	2693462.95
123	536409.83	2692185.74	163	535950.67	2693462.95
124	536410.53	2692186.32	164	535950.64	2693466.45
125	536411.26	2692186.86	165	535978.00	2693466.45
126	536412.02	2692187.34	166	535978.00	2693462.95
127	536412.82	2692187.76	167	536187.43	2693462.95
128	536413.65	2692188.13	168	536187.40	2693466.45
129	536414.50	2692188.45	169	536260.00	2693466.45
130	536415.37	2692188.70	170	536260.00	2693462.95
131	536416.26	2692188.89	171	536187.43	2693462.95
132	536417.15	2692189.02	172	536157.40	2693466.45
133	536418.06	2692189.08	173	536157.43	2693462.95
134	536519.36	2692192.87	174	536099.00	2693462.95
135	536519.36	2692192.87	175	536099.00	2693466.45
136	536519.99	2692192.92	176	536157.40	2693466.45
137	536520.62	2692193.00	177	536406.83	2694408.00
138	536521.24	2692193.13	178	536406.21	2694408.15
139	536521.85	2692193.30	179	536405.59	2694408.25
140	536522.45	2692193.51	180	536404.97	2694408.31
141	536523.03	2692193.76	181	536404.34	2694408.33
142	536523.60	2692194.05	182	536310.00	2694408.33

183	536310.00	2694411.83	223	535634.98	2694729.25
184	536404.40	2694411.83	224	535635.45	2694729.76
185	536405.24	2694411.80	225	535635.95	2694730.23
186	536406.09	2694411.71	226	535636.48	2694730.68
187	536406.93	2694411.57	227	535637.04	2694731.08
188	536407.75	2694411.38	228	535637.63	2694731.44
189	536408.56	2694411.13	229	535638.24	2694731.77
190	536409.36	2694410.83	230	535638.88	2694732.04
191	536410.13	2694410.47	231	535639.53	2694732.28
192	536410.87	2694410.07	232	535640.19	2694732.47
193	536411.59	2694409.62	233	535640.87	2694732.61
194	536412.28	2694409.12	234	535641.55	2694732.71
195	536412.94	2694408.58	235	535642.25	2694732.75
196	536413.55	2694408.00	236	535642.94	2694732.75
197	536406.83	2694408.00	237	535643.63	2694732.71
198	535636.82	2694714.59	238	535644.31	2694732.61
199	535636.82	2694714.59	239	535644.99	2694732.47
200	535636.27	2694715.01	240	535645.66	2694732.28
201	535635.75	2694715.47	241	535646.31	2694732.04
202	535635.26	2694715.96	242	535646.94	2694731.77
203	535634.81	2694716.48	243	535647.55	2694731.44
204	535634.39	2694717.03	244	535648.14	2694731.08
205	535634.02	2694717.62	245	535648.70	2694730.68
206	535633.68	2694718.22	246	535649.24	2694730.23
207	535633.39	2694718.85	247	535649.74	2694729.76
208	535633.14	2694719.49	248	535650.20	2694729.25
209	535632.94	2694720.16	249	535650.63	2694728.70
210	535632.78	2694720.83	250	535651.03	2694728.13
211	535632.67	2694721.51	251	535651.38	2694727.54
212	535632.61	2694722.20	252	535651.69	2694726.92
213	535632.59	2694722.89	253	535651.95	2694726.28
214	535632.63	2694723.59	254	535652.17	2694725.62
215	535632.71	2694724.27	255	535652.35	2694724.95
216	535632.83	2694724.95	256	535652.48	2694724.27
217	535633.01	2694725.62	257	535652.56	2694723.59
218	535633.23	2694726.28	258	535652.59	2694722.89
219	535633.50	2694726.92	259	535652.58	2694722.20
220	535633.81	2694727.54	260	535652.51	2694721.51
221	535634.16	2694728.13	261	535652.40	2694720.83
222	535634.55	2694728.70	262	535652.25	2694720.16

263	535652.04	2694719.49	303	535637.34	2694714.20
264	535651.79	2694718.85	304	535636.82	2694714.59
265	535651.50	2694718.22	305	536129.24	2693272.84
266	535651.17	2694717.62	306	536129.70	2693273.36
267	535650.79	2694717.03	307	536130.19	2693273.85
268	535650.37	2694716.48	308	536130.71	2693274.30
269	535649.92	2694715.96	309	536131.26	2693274.72
270	535649.43	2694715.47	310	536131.85	2693275.09
271	535648.91	2694715.01	311	536132.45	2693275.43
272	535648.36	2694714.59	312	536133.08	2693275.72
273	535648.36	2694714.59	313	536133.72	2693275.97
274	535647.84	2694714.20	314	536134.39	2693276.17
275	535647.36	2694713.77	315	536135.06	2693276.33
276	535646.90	2694713.32	316	536135.74	2693276.44
277	535646.47	2694712.83	317	536136.43	2693276.50
278	535646.08	2694712.31	318	536137.12	2693276.52
279	535645.72	2694711.77	319	536137.82	2693276.48
280	535645.41	2694711.20	320	536138.50	2693276.40
281	535645.13	2694710.62	321	536139.18	2693276.27
282	535644.89	2694710.01	322	536139.85	2693276.10
283	535644.69	2694709.40	323	536140.51	2693275.88
284	535644.54	2694708.77	324	536141.15	2693275.61
285	535644.43	2694708.13	325	536141.77	2693275.30
286	535644.36	2694707.48	326	536142.36	2693274.95
287	535644.34	2694706.83	327	536142.93	2693274.56
288	535644.34	2694667.00	328	536143.48	2693274.13
289	535640.84	2694667.00	329	536143.99	2693273.66
290	535640.84	2694706.83	330	536144.46	2693273.16
291	535640.82	2694707.48	331	536144.91	2693272.63
292	535640.75	2694708.13	332	536145.31	2693272.07
293	535640.64	2694708.77	333	536145.67	2693271.48
294	535640.49	2694709.40	334	536146.00	2693270.87
295	535640.29	2694710.01	335	536146.27	2693270.23
296	535640.06	2694710.62	336	536146.51	2693269.58
297	535639.78	2694711.20	337	536146.70	2693268.92
298	535639.46	2694711.77	338	536146.84	2693268.24
299	535639.10	2694712.31	339	536146.94	2693267.55
300	535638.71	2694712.83	340	536146.98	2693266.86
301	535638.29	2694713.32	341	536146.98	2693266.17
302	535637.83	2694713.77	342	536146.94	2693265.48

343	536146.84	2693264.79	383	536133.08	2693257.31
344	536146.70	2693264.12	384	536133.72	2693257.07
345	536146.51	2693263.45	385	536134.38	2693256.86
346	536146.27	2693262.80	386	536135.06	2693256.71
347	536145.99	2693262.17	387	536135.74	2693256.60
348	536145.67	2693261.55	388	536136.43	2693256.53
349	536145.31	2693260.97	389	536137.12	2693256.52
350	536144.90	2693260.40	390	536137.81	2693256.55
351	536144.46	2693259.87	391	536138.50	2693256.63
352	536143.99	2693259.37	392	536139.18	2693256.76
353	536143.47	2693258.90	393	536139.85	2693256.93
354	536142.93	2693258.47	394	536140.51	2693257.16
355	536142.36	2693258.08	395	536141.15	2693257.42
356	536141.77	2693257.73	396	536141.49	2693257.59
357	536141.15	2693257.42	397	536141.15	2693257.42
358	536140.51	2693257.16	398	536140.51	2693257.16
359	536139.85	2693256.93	399	536139.85	2693256.93
360	536139.18	2693256.76	400	536139.18	2693256.76
361	536138.50	2693256.63	401	536138.50	2693256.63
362	536137.81	2693256.55	402	536137.81	2693256.55
363	536137.12	2693256.52	403	536137.12	2693256.52
364	536136.43	2693256.53	404	536136.43	2693256.53
365	536135.74	2693256.60	405	536135.74	2693256.60
366	536135.06	2693256.71	406	536135.06	2693256.71
367	536134.38	2693256.86	407	536134.38	2693256.86
368	536133.72	2693257.07	408	536133.72	2693257.07
369	536133.08	2693257.31	409	536133.08	2693257.31
370	536132.45	2693257.61	410	536132.45	2693257.61
371	536131.84	2693257.94	411	536131.84	2693257.94
372	536131.26	2693258.32	412	536131.26	2693258.32
373	536130.71	2693258.73	413	536130.71	2693258.73
374	536130.19	2693259.19	414	536130.19	2693259.19
375	536129.70	2693259.68	415	536129.70	2693259.68
376	536129.24	2693260.20	416	536129.24	2693260.20
377	536129.70	2693259.68	417	536128.82	2693260.75
378	536130.19	2693259.19	418	536128.82	2693260.75
379	536130.71	2693258.73	419	536128.43	2693261.26
380	536131.26	2693258.32	420	536128.00	2693261.75
381	536131.84	2693257.94	421	536127.55	2693262.21
382	536132.45	2693257.61	422	536127.06	2693262.64

423	536126.54	2693263.03	463	535889.24	2693277.34
424	536126.00	2693263.39	464	535889.36	2693276.63
425	536125.43	2693263.70	465	535889.53	2693275.94
426	536124.85	2693263.98	466	535889.75	2693275.25
427	536124.24	2693264.22	467	535890.01	2693274.58
428	536123.63	2693264.42	468	535890.32	2693273.94
429	536123.00	2693264.57	469	535890.67	2693273.31
430	536122.36	2693264.68	470	535891.07	2693272.71
431	536121.71	2693264.75	471	535891.50	2693272.14
432	536121.06	2693264.77	472	535891.97	2693271.60
433	536121.06	2693264.77	473	535892.48	2693271.09
434	535899.64	2693264.77	474	535893.02	2693270.62
435	535898.69	2693264.80	475	535893.59	2693270.19
436	535897.74	2693264.90	476	535894.19	2693269.80
437	535896.80	2693265.06	477	535894.81	2693269.45
438	535895.87	2693265.29	478	535895.46	2693269.14
439	535894.96	2693265.58	479	535896.13	2693268.87
440	535894.07	2693265.93	480	535896.81	2693268.66
441	535893.20	2693266.34	481	535897.51	2693268.49
442	535892.37	2693266.81	482	535898.21	2693268.37
443	535891.57	2693267.33	483	535898.93	2693268.29
444	535890.81	2693267.91	484	535899.64	2693268.27
445	535890.09	2693268.54	485	536121.06	2693268.27
446	535889.41	2693269.21	486	536121.71	2693268.29
447	535888.78	2693269.93	487	536122.36	2693268.36
448	535888.21	2693270.69	488	536123.00	2693268.47
449	535887.68	2693271.49	489	536123.63	2693268.62
450	535887.21	2693272.33	490	536124.24	2693268.82
451	535886.80	2693273.19	491	536124.85	2693269.05
452	535886.45	2693274.08	492	536125.43	2693269.33
453	535886.16	2693274.99	493	536126.00	2693269.65
454	535885.94	2693275.92	494	536126.54	2693270.01
455	535885.77	2693276.86	495	536127.06	2693270.40
456	535885.68	2693277.81	496	536127.55	2693270.82
457	535885.64	2693278.77	497	536128.00	2693271.28
458	535885.64	2693278.77	498	536128.43	2693271.77
459	535885.64	2693418.00	499	536128.82	2693272.29
460	535889.14	2693418.00	500	536128.82	2693272.29
461	535889.14	2693278.77	501	536129.01	2693272.53
462	535889.17	2693278.05	502	536129.24	2693272.84

503	535929.91	2694633.32	543	536801.11	2692426.46
504	535912.51	2694633.17	544	536801.13	2692427.03
505	535912.51	2694633.17	545	536801.13	2692427.03
506	535912.51	2694633.17	546	536801.13	2692616.72
507	535912.86	2694633.76	547	536798.65	2692616.72
508	535913.25	2694634.31	548	536798.65	2692631.78
509	535913.68	2694634.84	549	536801.13	2692631.78
510	535914.14	2694635.34	550	536801.13	2692900.32
511	535914.64	2694635.81	551	536798.65	2692900.32
512	535915.16	2694636.24	552	536798.65	2692915.38
513	535915.71	2694636.64	553	536801.13	2692915.38
514	535916.29	2694637.00	554	536801.13	2693038.01
515	535916.89	2694637.31	555	536801.13	2693038.01
516	535917.52	2694637.59	556	536801.10	2693038.62
517	535918.16	2694637.82	557	536801.04	2693039.23
518	535918.81	2694638.01	558	536800.94	2693039.84
519	535919.47	2694638.15	559	536800.79	2693040.44
520	535920.15	2694638.25	560	536800.61	2693041.02
521	535920.83	2694638.30	561	536800.38	2693041.60
522	535921.51	2694638.31	562	536800.12	2693042.15
523	535922.19	2694638.27	563	536799.82	2693042.69
524	535922.86	2694638.18	564	536799.48	2693043.20
525	535923.53	2694638.05	565	536799.11	2693043.69
526	535924.18	2694637.87	566	536798.70	2693044.15
527	535924.83	2694637.65	567	536798.27	2693044.59
528	535925.45	2694637.39	568	536797.81	2693044.99
529	535926.06	2694637.08	569	536797.32	2693045.36
530	535926.65	2694636.73	570	536796.80	2693045.70
531	535927.21	2694636.35	571	536796.27	2693046.00
532	535927.74	2694635.92	572	536795.71	2693046.26
533	535928.24	2694635.46	573	536795.14	2693046.49
534	535928.71	2694634.97	574	536794.55	2693046.68
535	535929.15	2694634.45	575	536793.96	2693046.82
536	535929.55	2694633.90	576	536793.35	2693046.93
537	535929.91	2694633.32	577	536792.74	2693046.99
538	536800.52	2692423.69	578	536792.13	2693047.01
539	536800.70	2692424.23	579	536683.51	2693047.01
540	536800.85	2692424.78	580	536683.51	2693047.01
541	536800.97	2692425.33	581	536682.63	2693047.04
542	536801.06	2692425.90	582	536681.74	2693047.13

583	536680.87	2693047.28	623	536664.20	2693263.02
584	536680.01	2693047.49	624	536663.58	2693263.22
585	536679.16	2693047.76	625	536662.95	2693263.37
586	536678.33	2693048.09	626	536662.31	2693263.48
587	536677.53	2693048.47	627	536661.66	2693263.55
588	536676.76	2693048.90	628	536661.01	2693263.57
589	536676.02	2693049.39	629	536471.27	2693263.57
590	536675.31	2693049.93	630	536470.93	2693267.07
591	536674.64	2693050.51	631	536661.01	2693267.07
592	536674.01	2693051.14	632	536661.01	2693267.07
593	536673.43	2693051.81	633	536661.90	2693267.04
594	536672.89	2693052.51	634	536662.78	2693266.95
595	536672.41	2693053.25	635	536663.66	2693266.80
596	536671.97	2693054.03	636	536664.52	2693266.59
597	536671.59	2693054.83	637	536665.37	2693266.32
598	536671.26	2693055.66	638	536666.19	2693266.00
599	536671.00	2693056.50	639	536666.99	2693265.61
600	536670.79	2693057.36	640	536667.77	2693265.18
601	536670.64	2693058.24	641	536668.51	2693264.69
602	536670.54	2693059.12	642	536669.22	2693264.16
603	536670.51	2693060.01	643	536669.89	2693263.57
604	536670.51	2693254.07	644	536670.51	2693262.94
605	536670.51	2693254.07	645	536671.10	2693262.28
606	536670.49	2693254.72	646	536671.63	2693261.57
607	536670.43	2693255.36	647	536672.12	2693260.83
608	536670.32	2693256.00	648	536672.56	2693260.05
609	536670.16	2693256.63	649	536672.94	2693259.25
610	536669.97	2693257.25	650	536673.26	2693258.42
611	536669.73	2693257.86	651	536673.53	2693257.58
612	536669.45	2693258.44	652	536673.74	2693256.72
613	536669.13	2693259.01	653	536673.89	2693255.84
614	536668.78	2693259.55	654	536673.98	2693254.96
615	536668.38	2693260.07	655	536674.01	2693254.07
616	536667.96	2693260.56	656	536674.01	2693060.01
617	536667.50	2693261.01	657	536674.01	2693060.01
618	536667.01	2693261.44	658	536674.04	2693059.36
619	536666.49	2693261.83	659	536674.10	2693058.72
620	536665.95	2693262.19	660	536674.21	2693058.08
621	536665.38	2693262.51	661	536674.37	2693057.45
622	536664.80	2693262.78	662	536674.56	2693056.83



663	536674.80	2693056.22	703	536804.51	2693039.71
664	536675.08	2693055.64	704	536804.60	2693038.86
665	536675.40	2693055.07	705	536804.63	2693038.01
666	536675.75	2693054.53	706	536804.63	2692915.38
667	536676.14	2693054.01	707	536808.65	2692915.38
668	536676.57	2693053.53	708	536808.65	2692900.32
669	536677.03	2693053.07	709	536804.63	2692900.32
670	536677.52	2693052.64	710	536804.63	2692631.78
671	536678.04	2693052.25	711	536808.65	2692631.78
672	536678.58	2693051.89	712	536808.65	2692616.72
673	536679.14	2693051.57	713	536804.63	2692616.72
674	536679.73	2693051.30	714	536804.63	2692427.03
675	536680.33	2693051.06	715	536804.63	2692427.03
676	536680.95	2693050.86	716	536804.60	2692426.16
677	536681.58	2693050.71	717	536804.51	2692425.30
678	536682.22	2693050.60	718	536804.36	2692424.44
679	536682.87	2693050.53	719	536804.16	2692423.59
680	536683.51	2693050.51	720	536803.90	2692422.76
681	536792.13	2693050.51	721	536803.59	2692421.95
682	536792.13	2693050.51	722	536803.22	2692421.16
683	536792.98	2693050.48	723	536802.81	2692420.40
684	536793.83	2693050.39	724	536802.34	2692419.66
685	536794.67	2693050.25	725	536801.82	2692418.96
686	536795.50	2693050.05	726	536801.26	2692418.30
687	536796.31	2693049.79	727	536800.65	2692417.68
688	536797.11	2693049.47	728	536800.52	2692423.69
689	536797.88	2693049.11	729	536719.54	2692391.36
690	536798.62	2693048.69	730	536719.54	2692015.00
691	536799.33	2693048.22	731	536716.04	2692015.00
692	536800.01	2693047.71	732	536716.04	2692387.12
693	536800.66	2693047.14	733	536716.04	2692387.12
694	536801.26	2693046.54	734	536716.02	2692387.77
695	536801.82	2693045.90	735	536715.95	2692388.41
696	536802.34	2693045.22	736	536715.84	2692389.04
697	536802.81	2693044.50	737	536715.69	2692389.67
698	536803.22	2693043.76	738	536715.50	2692390.29
699	536803.59	2693042.99	739	536715.26	2692390.89
700	536803.90	2693042.20	740	536714.98	2692391.47
701	536804.16	2693041.38	741	536714.67	2692392.03
702	536804.36	2693040.55	742	536714.32	2692392.58

743	536713.93	2692393.09	783	536719.75	2692393.31
744	536713.51	2692393.58	784	536719.63	2692392.66
745	536713.05	2692394.04	785	536719.56	2692392.01
746	536712.57	2692394.46	786	536719.54	2692391.36
747	536712.06	2692394.86	787	536436.49	2693454.00
748	536711.52	2692395.21	788	536440.02	2693454.00
749	536710.96	2692395.53	789	536440.02	2693454.00
750	536710.38	2692395.81	790	536440.08	2693453.23
751	536709.78	2692396.05	791	536440.10	2693452.45
752	536709.16	2692396.25	792	536440.10	2693276.54
753	536708.54	2692396.41	793	536440.10	2693276.54
754	536707.90	2692396.52	794	536440.13	2693275.90
755	536707.26	2692396.59	795	536440.20	2693275.25
756	536706.62	2692396.62	796	536440.31	2693274.61
757	536705.97	2692396.61	797	536440.46	2693273.99
758	536705.33	2692396.54	798	536440.66	2693273.37
759	536704.69	2692396.44	799	536440.90	2693272.77
760	536599.98	2692375.70	800	536441.18	2693272.18
761	536601.35	2692379.54	801	536441.50	2693271.62
762	536704.25	2692399.92	802	536441.85	2693271.08
763	536712.86	2692401.54	803	536442.25	2693270.56
764	536731.60	2692401.64	804	536442.67	2693270.08
765	536727.18	2692400.75	805	536443.13	2693269.62
766	536727.18	2692400.75	806	536443.62	2693269.19
767	536726.54	2692400.59	807	536444.14	2693268.80
768	536725.92	2692400.39	808	536444.68	2693268.45
769	536725.31	2692400.15	809	536445.24	2693268.13
770	536724.72	2692399.86	810	536445.83	2693267.85
771	536724.16	2692399.54	811	536446.43	2693267.62
772	536723.61	2692399.18	812	536447.05	2693267.42
773	536723.09	2692398.79	813	536447.68	2693267.27
774	536722.60	2692398.36	814	536448.31	2693267.16
775	536722.13	2692397.89	815	536448.96	2693267.09
776	536721.70	2692397.40	816	536449.60	2693267.07
777	536721.31	2692396.88	817	536464.66	2693267.07
778	536720.95	2692396.33	818	536464.98	2693263.57
779	536720.63	2692395.76	819	536449.59	2693263.57
780	536720.35	2692395.17	820	536449.59	2693263.57
781	536720.10	2692394.57	821	536448.96	2693263.55
782	536719.90	2692393.94	822	536448.32	2693263.48

823	536447.69	2693263.38	839	536440.51	2693256.83
824	536447.07	2693263.23	840	536440.35	2693256.21
825	536446.46	2693263.04	841	536440.22	2693255.58
826	536445.87	2693262.81	842	536440.14	2693254.95
827	536445.29	2693262.54	843	536440.11	2693254.32
828	536444.73	2693262.23	844	536440.10	2693186.56
829	536444.20	2693261.88	845	536436.60	2693186.59
830	536443.69	2693261.50	846	536436.60	2693452.47
831	536443.20	2693261.09	847	536436.60	2693452.47
832	536442.74	2693260.64	848	536436.59	2693452.98
833	536442.32	2693260.17	849	536436.55	2693453.49
834	536441.93	2693259.67	850	536436.49	2693454.00
835	536441.57	2693259.14			
836	536441.25	2693258.59			
837	536440.96	2693258.02			
838	536440.72	2693257.43			

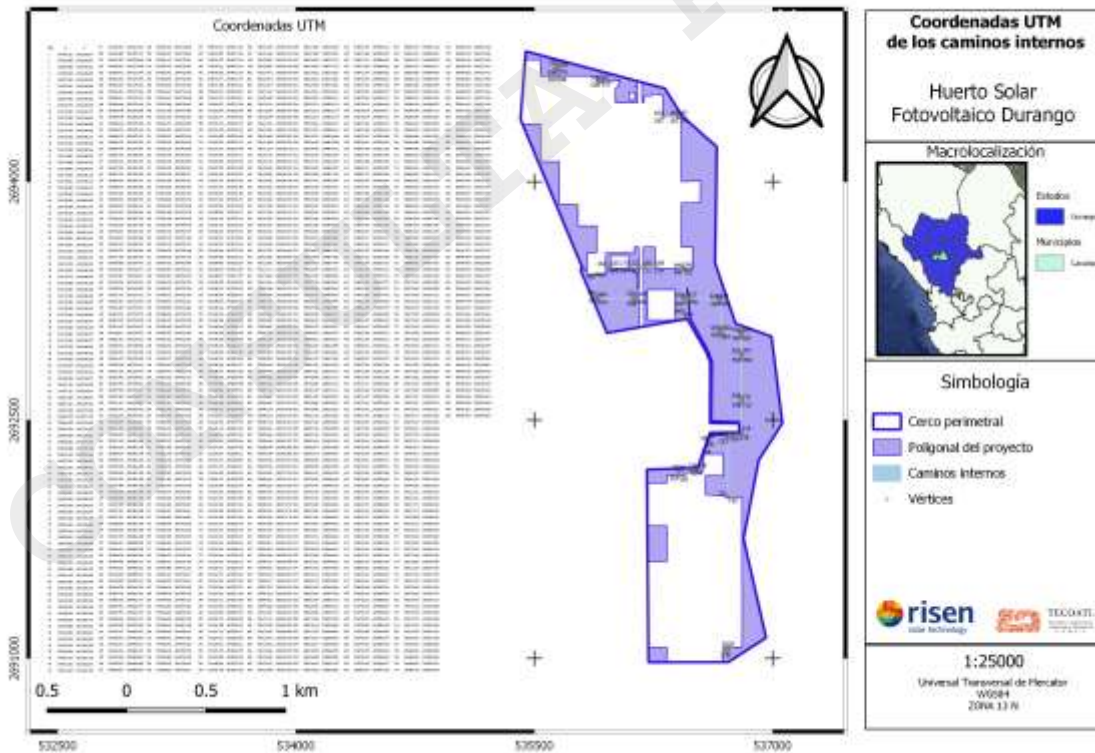


Figura II. 7 Plano de coordenadas de obras permanentes del proyecto (vialidades internas). UTM WGS 84, Zona 13 N

En el Anexo 5 se presentan los archivos .shp de los polígonos antes referidos y en el Anexo 6 se presentan las tablas de coordenadas en formato delimitado por comas para su consulta.

El proyecto de ampliación cuenta con una superficie total de 1128284 m<sup>2</sup> de las cuales, únicamente 565636 m<sup>2</sup> (50.1 %) cuentan con ocupación permanente (19 zonas de paneles, subestación eléctrica elevadora y caminos internos) y los 562649 m<sup>2</sup> (49.9 %) restantes NO presentan afectación permanente (Tabla II. 5).

Tabla II. 5. Tabla de superficies del proyecto por áreas con ocupación permanente y sin ocupación.

Áreas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Superficie (%)
Superficie total del proyecto	1128284	112.8284	100
Áreas sin ocupación	562649	56.2649	49.9
Áreas con ocupación permanente	565636	56.5636	50.1

El área del proyecto se localiza en 1083534 m<sup>2</sup> de Pastizal Inducido (PI), 19923 m<sup>2</sup> de Pastizal Natural (PN) y 24828 m<sup>2</sup> de Matorral Crasicaule (MC), esto de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI Nacional, del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2017) y levantamientos en campo (Tabla II. 6).

Tabla II. 6. Tabla de superficies por uso de suelo y vegetación del proyecto.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Superficie (%)
Pastizal inducido (PI)	1083534	108.3534	96.0
Pastizal natural (PN)	19923	1.9923	1.8
Matorral Crasicaule (MC)	24828	2.4828	2.2
<b>Total</b>	<b>1128284</b>	<b>112.8284</b>	<b>100</b>

Del total de la superficie ocupada por obras permanentes (5656356m<sup>2</sup>) el 99.6 % (563169 m<sup>2</sup>) se ubica en áreas de Pastizal Inducido mientras que el 0.4% (2467 m<sup>2</sup>) se localiza en áreas definidas como Matorral Crasicaule (Tabla II.7).

Tabla II. 7 Superficie de obras permanentes por tipo de vegetación.

Obras / Tipo de vegetación	Pastizal inducido (m <sup>2</sup> )	Matorral Crasicaule (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
Paneles	548805	2027	550833

Subestación elevadora	3089	0	3089
Caminos internos	11274	439	11714
<b>Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>563169</b>	<b>2467</b>	<b>565636</b>
<b>Total (%)</b>	<b>99.6</b>	<b>0.4</b>	<b>100</b>

Con respecto a las áreas autorizadas en materia de cambio de uso de suelo en los oficios SG/130.2.2/001456/18 y SG/130.2.2/1743/19 anteriormente citados, las obras e infraestructura permanente que se localizan fuera de las áreas autorizadas en materia forestal corresponden a 69097 m<sup>2</sup>, de las cuales el 99.8 % (68929 m<sup>2</sup>) son zonas de Pastizal Inducido mientras que el 0.2% restante (168 m<sup>2</sup>) se localizan en Matorral Crasicaule de acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación del INEGI (Tabla II. 8 y Figura II.8), mismas que no requirieron remoción de vegetación forestal.

Tabla II. 8 Tabla de superficies por obras y tipo de vegetación que se ubican fuera de las áreas autorizadas en materia de cambio de uso de suelo.

Obras /USV	Pastizal inducido (m <sup>2</sup> )	Matorral Crasicaule (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
Paneles	63401	0	<b>63401</b>
Subestación elevadora	3089	0	<b>3089</b>
Caminos internos	2439	168	<b>2607</b>
<b>Total</b>	<b>68929</b>	<b>168</b>	<b>69097</b>
<b>Total (%)</b>	<b>99.8</b>	<b>0.2</b>	<b>100</b>

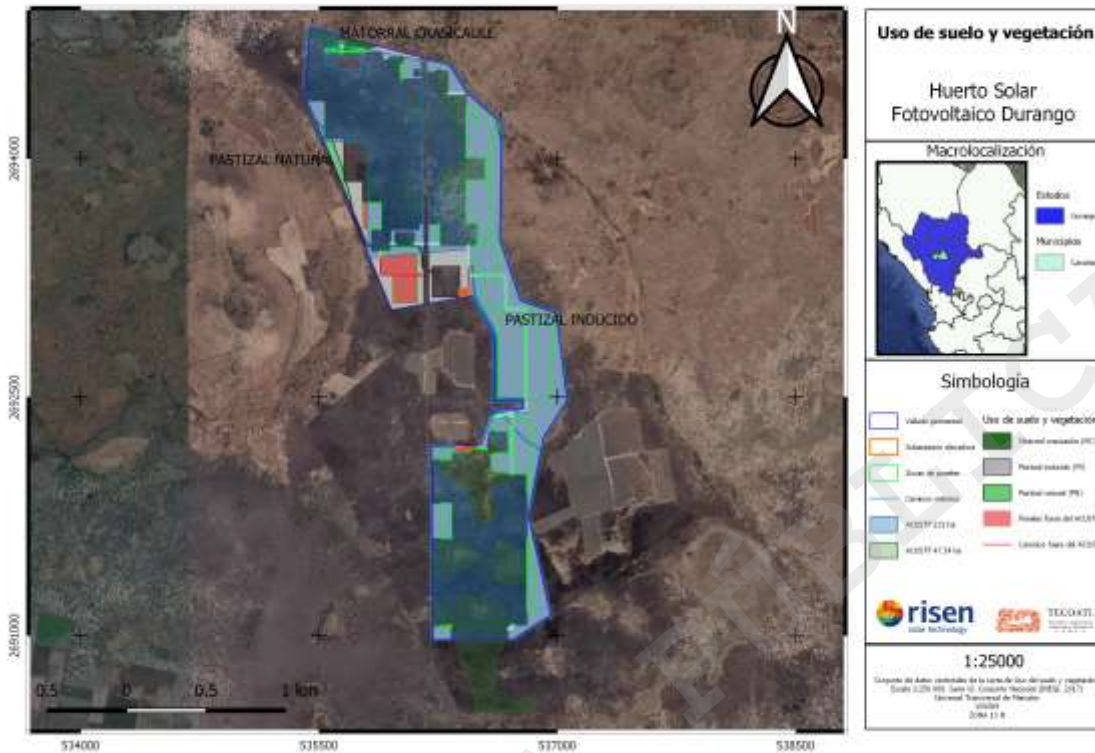


Figura II. 8. Uso de suelo y vegetación y superficies autorizadas para el cambio de uso de suelo en el área del proyecto. UTM WGS 84, Zona 13 N.

De acuerdo con lo anterior, para efectos del presente estudio, el área del proyecto corresponde a 1128284 m<sup>2</sup> de los cuales el 50.1 % (565636 m<sup>2</sup>) presenta ocupación por obras permanentes (19 zonas de paneles, subestación elevadora y caminos internos). Dichas obras se desarrollan en su mayoría en áreas de Pastizal Inducido (563169 m<sup>2</sup>) y en menor medida en zonas de Matorral Crasicuale (2467 m<sup>2</sup>). De estas el 87.78 % (496538 m<sup>2</sup>) se localizan dentro de las zonas autorizadas en materia de cambio de uso de suelo y el 12.21 % restante (69097 m<sup>2</sup>) se localizan principalmente en áreas de Pastizal Inducido (68929 m<sup>2</sup>) y que no requirieron remoción de vegetación forestal.

#### II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para el parque solar fotovoltaico ha sido de \$120,046,000.00 de dólares, equivalentes a \$2,460,943,000.00 de pesos M.N. tipo de cambio (Banco de México 01/12/2020) \$20.50 pesos a la compra. Se estima un costo de \$ 19,561,230.46 M.N. (Diecinueve millones quinientos sesenta y un doscientos treinta pesos con 46 centavos 00/100 M.N.) por MW. La inversión prevista consiste en 75% financiamiento y el 25% restante Inversión Extrajera Directa (IED).



Las fases o etapas en las que se pretende aplicar el monto reportado, diferenciando la inversión requerida para la preparación, construcción y operación del proyecto se desglosa en la Tabla II.9.

Tabla II. 9 Desglose de la inversión requerida y recuperación de la inversión del parque solar fotovoltaico.

Etapa	Actividad	Total (\$ USD)	Total (\$ MXN)
Preparación del sitio y construcción	Procesos y trámites legales y administrativos	\$ 3,000,000.00	\$ 61,500,000.00
	Permisos, asesorías y evaluaciones	\$ 10,000,000.00	\$ 205,000,000.00
	Apoyos a la comunidad directos e indirectos	\$ 45,000.00	\$ 922,500.00
	Transporte y logística de materiales y equipos	\$ 446,000.00	\$ 9,143,000.00
	Renta de maquinaria	\$ 750,000.00	\$ 15,375,000.00
	Obras civiles	\$ 30,000,000.00	\$ 615,000,000.00
	Instalación solar con cableado módulos estructuras y auxiliares	\$ 60,000,000.00	\$ 1,230,000,000.00
Operación, mantenimiento y abandono del sitio	Instalación obras de servicio y de operación	\$ 500,000.00	\$ 10,250,000.00
	Subestaciones y arreglos de inyección de energía	\$ 14,000,000.00	\$ 287,000,000.00
	Protecciones eléctricas en general	\$ 500,000.00	\$ 10,250,000.00
	Evidencia fotográfica y medios	\$ 5,000.00	\$ 102,500.00
	Seguridad	\$ 800,000.00	\$ 16,400,000.00
<b>Total</b>		<b>\$ 120,046,000.00</b>	<b>\$ 2,460,943,000.00</b>

## II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

### II.2.1 Descripción de obras y/o actividades en sus diferentes etapas

#### a) Programa de trabajo.

El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades realizadas conforme a los antecedentes del caso y aquellas pendientes de ejecución para las diferentes etapas tales como: preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de la obra, con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

Como se indicó anteriormente, la preparación del sitio y construcción del parque solar comenzó el 21 de febrero de 2019. Actualmente se cuenta con un avance en obra e instalación del 90 % respecto al programa general de trabajo y se estima su conclusión y puesta en marcha en un periodo de seis (6) meses para la etapa constructiva. Para la etapa de operación, mantenimiento y abandono del sitio, se considera un periodo de 62 años al igual que para el parque solar original, tal y como fue previamente autorizado el oficio SG/130.2.1.1/001948/15 y renovado en el oficio SG/130.2.1.1./0242/19. En la Tabla II.10 se presenta el programa de obra general en el cual se indican las actividades ejecutadas y pendientes de realizarse para las etapas de preparación del sitio y construcción, así como las relativas a las etapas de operación, mantenimiento y abandono del sitio.



Tabla II. 10. Diagrama de Gantt de las obras y actividades por etapa del parque solar fotovoltaico.

Etapa	Actividad	Preparación del sitio y construcción																												Operación, mantenimiento y abandono del sitio
		2019												2020								2021								
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Preparación del sitio	Topografía	█																												62 años
	Trazo y nivelación	█	█																											
	Delimitación y cercado de terreno	█	█	█																										
	Rescate y reubicación de Flora	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Ahuyentamiento y rescate de Fauna	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Remoción de la vegetación (desmonte)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Despalme	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Construcción	Caminos internos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Instalación de módulos fotovoltaicos																													
	Instalaciones subterráneas y obras civiles																													
	Cerco perimetral																													
	Instalación de Torres de transmisión																													
	Subestación eléctrica																													
	Instalación de transformadores																													
	Equipamiento																													
Programa de compensación (reforestación y construcción de presas filtrantes).																														
Operación y mantenimiento	Puesta en servicio de las instalaciones de la planta fotovoltaica, subestación transformadora y conexión a línea de alta tensión																													
	Mantenimiento (reemplazo de partes o herrajes dañados) de la planta fotovoltaica, subestación transformadora y línea de alta tensión																													
Abandono	Cercado y señalización																													al final de la etapa operativa
	Desmantelamiento de infraestructuras																													
	Restauración																													
	Reforestación**																													

\* El programa de trabajo dio inicio de obra el 21 de febrero de 2019, conforme a lo reportado a la Delegación Semarnat Durango.

\*\*La actividad de reforestación se efectuará con especies nativas de la región y se llevará a cabo a principios de la temporada de lluvias (2020 - 2021), con el objetivo de que la planta aproveche toda la humedad de las lluvias de verano y tengan las mayores posibilidades de éxito o sobrevivencia.

## II.2.2 Representación gráfica regional

El proyecto se encuentra circunscrito en la República Mexicana, en el municipio de Canatlán del estado de Durango. El estado de Durango está ubicado en la región noroeste del país, limitando al norte con Chihuahua, al noreste con Coahuila, al sureste con Zacatecas, al sur con Nayarit y al oeste con Sinaloa. El municipio de Canatlán representa el 2.83% de la superficie del estado, colinda al norte con los municipios de Santiago Papatzi, Nuevo Ideal y Coneto de Comonfort; al este con los municipios de San Juan del Río y Pánuco de Coronado; al sur Durango; y al oeste con San Dimas. El proyecto se localiza en la parte sureste del municipio de Canatlán, específicamente en el ejido J. Guadalupe Aguilera (Figura II.9).

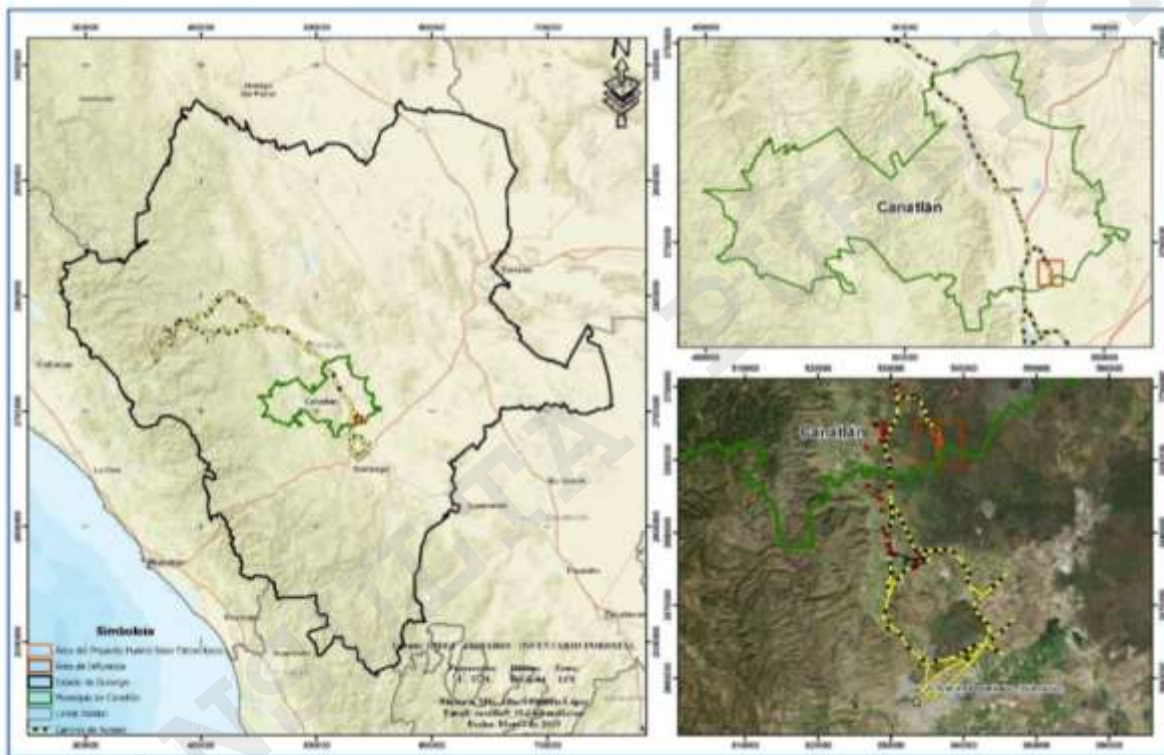
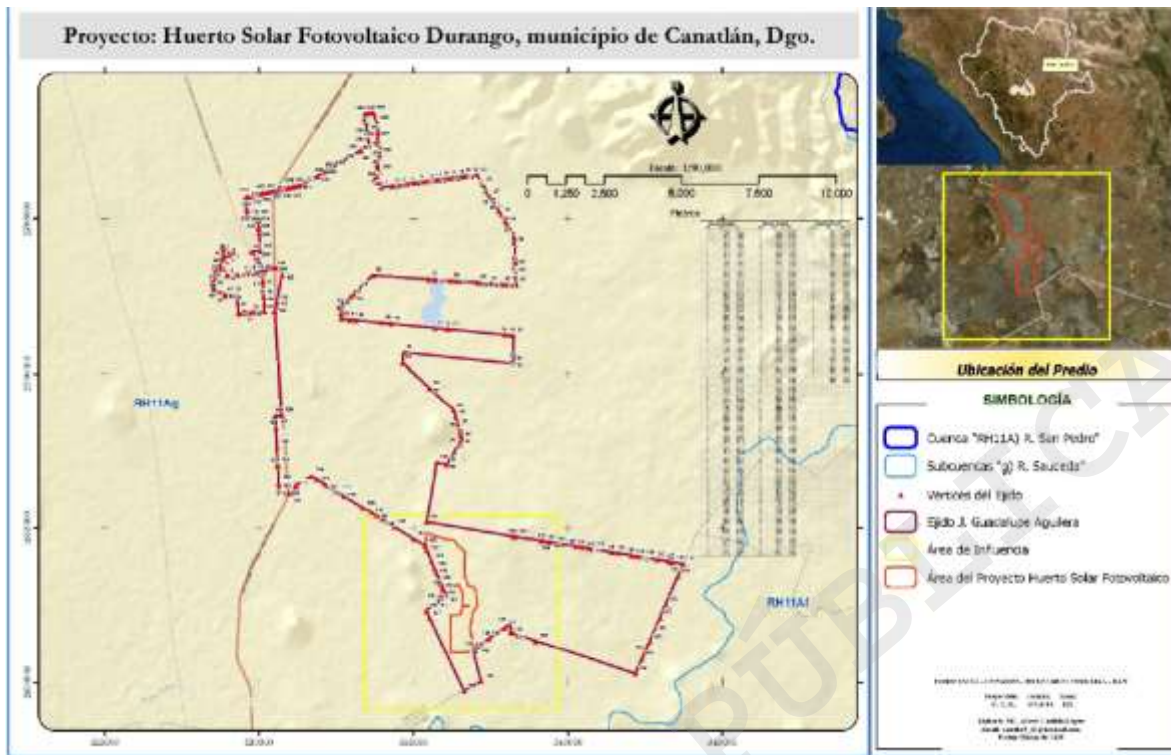


Figura II. 9 Representación regional.

## II.2.3 Representación gráfica local

Como se mencionó anteriormente el proyecto se ubica en el ejido J. Guadalupe Aguilera del municipio de Canatlán, Durango como se muestra en la Figura II.10.



#### II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Como se ha indicado anteriormente, el proyecto comenzó su desarrollo en febrero de 2019 y presenta un avance en obra e instalación del 90 % respecto al programa general de trabajo. A continuación, se describen las obras y actividades principales del proyecto de acuerdo a cada una de sus fases, se especifican las obras provisionales, asociadas y servicios requeridos para la culminación de esta etapa, así mismo, se indica en cada una de las actividades si estas ya han sido concluidas o se encuentran en proceso, además la información se complementa con fotografías de las actividades realizadas y del estado actual que presentan las obras.

#### Delimitación del área

Previo a las actividades de desmonte, se realizaron levantamientos topográficos georreferenciados para delimitar las obras e infraestructura del proyecto. Los límites del cerco perimetral, zonas de paneles, subestación y caminos internos fueron señalados con banderolas, referencia a los operadores de la maquinaria pesada para evitar remover vegetación fuera de las áreas (Figura II.11).



Figura II. 11 Actividades de delimitación del área realizadas durante el desarrollo del proyecto.

Para efectos de la conclusión de obras, no se realizarán más actividades de delimitación de áreas por lo tanto esta actividad se encuentra concluida actualmente.

#### **Rescate y reubicación de flora.**

Previo a las actividades de desmonte se conformaron brigadas para la búsqueda, señalización, rescate y reubicación de las especies de flora silvestre susceptibles de ser rescatadas en seguimiento al Programa de rescate y reubicación de flora autorizado para el proyecto original (Anexo 8).

Se identificaron los individuos a rescatar y se marcaron para posteriormente ser extraídos. Los ejemplares recolectados, se extrajeron de su medio con suficiente sustrato procurando que las raíces de cada individuo, quedaran envueltas en bolsas de plástico y/o colocadas en cajas de cartón, para posteriormente ser transportados en carretillas o vehículo, según sus dimensiones, al sitio de acopio, donde se mantuvieron en condiciones óptimas mediante mantenimiento (riego, fertilizado, actividades fitosanitarias, etc.), hasta su traslado y trasplantado a los sitios definitivos.

Los individuos rescatados se a una zona de reubicación a 100 m como mínimo aproximadamente, buscando las mejores condiciones, en un área con vegetación y características similares de donde fue extraído el ejemplar, tomando en cuenta que fuera un área fuera del impacto antropogénico, provocado por el proyecto. Los trabajos de rescate de flora se realizaron por personal capacitado y con experiencia en el ramo. Se llevaron a cabo actividades auxiliares como control de plagas, aplicación de elementos nutritivos en el suelo y riegos auxiliares (Figura II.12).





Figura II. 12 Actividades de rescate y reubicación de flora silvestre ejecutadas durante la preparación del sitio del proyecto.

Para efectos de la conclusión de obras, no se realizarán actividades de rescate de flora dado que, esta fue una de las actividades iniciales y por lo tanto estas actividades se encuentran concluidas actualmente.

#### **Rescate y ahuyentamiento de fauna.**

De manera paralela a las actividades de rescate de flora, se conformaron brigadas para ejecutar el Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna (Anexo 8). Estas actividades se llevan a cabo por medio de diferentes técnicas de rescate dependiendo del grupo de fauna del que se trate. En general, las actividades de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna son las siguientes:

- Hacer un recorrido de inspección sobre el área del proyecto.
- Ubicar los posibles nidos o madrigueras de los vertebrados.
- Ahuyentar a los organismos que se encuentren cerca del área de trabajo, durante el tiempo que dure la obra.
- Rescatar a los organismos que queden atrapados durante la realización de la obra (en el caso de encontrar nidos o madrigueras con cachorros, se mantendrán en jaulas o corrales hasta que alcancen una edad considerable para su sobrevivencia).
- Tomar registro o evidencia de los rescates realizados con ayuda de material y/o equipo (hojas de registro, cámara fotográfica, cámara de video u otros).

- Traslado y reubicación de los organismos rescatados al lugar seleccionado estratégicamente, el cual debe presentar condiciones similares a su ecosistema del cual fue extraído (rescatado).



Figura II. 13 Actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre ejecutadas durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.

Para efectos de la conclusión de obras, las brigadas de rescate de fauna continúan en los frentes de trabajo realizando actividades de rescate y reubicación de la fauna silvestre que incidentalmente se desplaza a las áreas de trabajo, por lo tanto, esta actividad se encuentra actualmente en ejecución y continuará durante toda la etapa constructiva.

### **Remoción de la vegetación (desmonte)**

El derribo de la vegetación se realizó manera direccional desde los extremos de los límites de los polígonos hacia el centro, con lo cual se evitó dañar el arbolado que se encontraba fuera del área del proyecto. Para realizar esta actividad se utilizaron motosierras y herramientas de apoyo como hachas, machetes, maquinaria pesada (tractor oruga), etc. El objetivo de realizar el desmonte fue el de dejar la superficie libre de vegetación para recibir el material para la construcción de las obras del proyecto y comprende la tala, roza, desenraice, limpia y disposición final del material vegetal existente; actividades realizadas como se describen a continuación:

- 1) Tala: consistió en cortar los árboles y arbustos,
- 2) Roza: consistió en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras,
- 3) Desenraice: consistió en sacar los troncos o tocones con o sin raíces

- 4) Limpia y disposición final: consistió en retirar el producto del desmonte a las zonas de acopio dentro del predio del proyecto y para beneficio, retención del suelo y refugio de fauna menor.



Figura II. 14. Actividades de desmonte y acopio de materiales ejecutadas en el área del proyecto.

Posterior al desmonte se realizó despalme, desalojando toda la capa superficial del terreno natural para eliminar el material que se consideró inadecuado para la construcción del proyecto. El suelo producto de las actividades de despalme de igual manera fue retirado hacia las zonas de acopio para su funcionamiento como mejorador del suelo, mantenimiento de la humedad y retención de nutrientes.

Para efectos de la conclusión de obras, no se requiere realizar más actividades de desmonte o despalme, por lo que estas actividades se encuentran concluidas actualmente.

#### **Supervisión para el cumplimiento de las medidas preventivas, de atenuación y compensación de los impactos ambientales.**

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto se implementaron las medidas de atenuación y compensación de impactos ambientales establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto original (Anexo 8) y que se describen a continuación:

- Supervisión de actividades de rescate y reubicación de flora y fauna.
- Seguimiento de las especies rescatadas listadas en la NOM -059-SEMARNAT-2010.
- Gestión integral de los residuos generados.
- Supervisión del correcto estado de los diferentes almacenes de residuos.
- Verificación y registro de los mantenimientos realizados a los vehículos y maquinarias.



- Supervisión en las áreas de trabajo para la verificación de la colocación de señalética informativa y restrictiva. Ejecución de programas de concientización ambiental.
- Supervisión del uso responsable del agua para las actividades de riego en las vialidades, así como la verificación de su legal procedencia.
- Revisión de la colocación de sanitarios portátiles en número suficiente de acuerdo al número de personas involucradas en el proyecto.
- Supervisión del mantenimiento periódico de los sanitarios móviles con un proveedor autorizado.
- Elaboración de informes de cumplimiento.



Figura II. 15. Actividades de supervisión ambiental para el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental del parque solar y área del proyecto.

Para efectos de la conclusión de las obras, el seguimiento y supervisión de la aplicación de las medidas preventivas, de atenuación y compensación de los impactos ambientales se encuentra actualmente en ejecución y continuará durante toda la etapa constructiva, operativa y de abandono del sitio.

### **Construcción Caminos Internos.**

Los caminos internos comunican a los diferentes elementos principales del parque solar, el objetivo es ayudar en el acceso a estos elementos durante las etapas de construcción, operación, mantenimiento y abandono.

La construcción de los caminos internos se realizó respetando la rasante natural del terreno (atendiendo al criterio de mínima afectación al medio) y se dio prioridad a las soluciones en

desmante frente a las de terraplén, procurando alcanzar un movimiento de tierras compensado (entre los volúmenes de desmante y los de terraplén), también conocidas como corte-relleno.

Los caminos se han acondicionado para que puedan ser usado por camiones tipo tráiler, que son los que transportaron las piezas necesarias para la construcción e instalación de los componentes del proyecto.

Las especificaciones técnicas mínimas que se consideraron para el trazado de estas vialidades fueron:

- Anchura de calzada:
- Para los caminos interiores tipo B, la distancia es de 3.50 m.
- Radio mínimo de curvatura: 12 m en el eje de la curva.
- Pendiente máxima longitudinal: 5% en tierra
- Pendientes máximas transversal
- En curva: 2%.
- En tramo recto: 2%

Las vialidades interiores presentan una intensidad media diaria de vehículos pesados baja, reduciéndose aún más durante la fase de operación y mantenimiento. En las Figuras II.16 se presenta los dibujos arquitectónicos de la sección estándar de caminos internos tipo B. En la Figura II.17 se presenta la evidencia fotográfica de los caminos ya construidos. Para la culminación de la etapa constructiva del proyecto estas obras se consideran concluidas, únicamente se contemplan actividades de mantenimiento para las etapas previas.

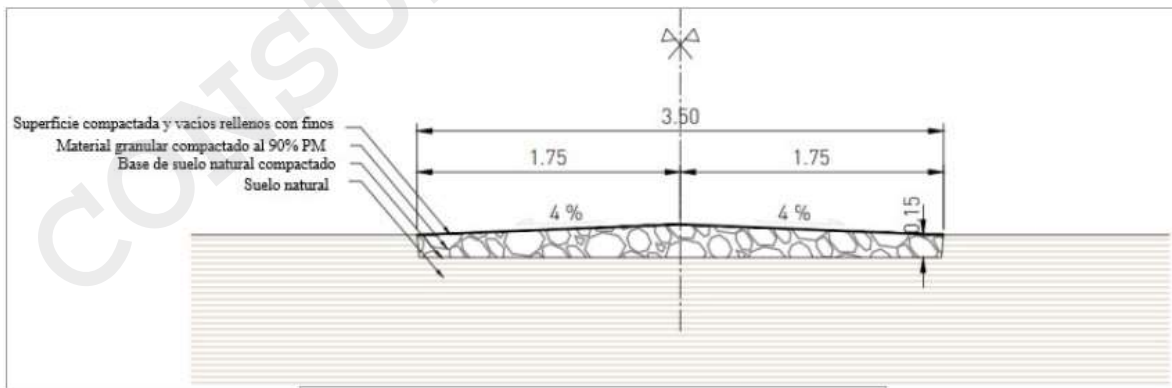


Figura II. 16 Tramo estándar del camino de acceso a la subestación tipo B.



Figura II. 17 Estado actual de los caminos internos del proyecto.

#### II.2.4.7. Módulos fotovoltaicos, líneas eléctricas subterráneas y obras civiles

##### Módulos fotovoltaicos.

El elemento fundamental de un parque solar fotovoltaico es el módulo fotovoltaico, ya que es el encargado de efectuar la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. Dicha transformación se realiza directamente en las células fotovoltaicas mediante un fenómeno físico llamado efecto fotoeléctrico que permite obtener electricidad con sólo exponer la célula a la radiación solar. En la generación de la energía eléctrica no se produce ningún tipo de residuo, ni emisiones de gases, ni vertido de líquidos; siendo una de las formas de generación de energía eléctrica más limpias que se conocen.

El arreglo y distribución de los paneles solares está conformado por líneas contiguas (conocidos como seguidores) con un número variable de paneles y seguidores; resultado de las capacidades que conformarán su conjunto en el parque solar fotovoltaico.

En la instalación de los paneles solares o módulos, se tendrá una variación de la capacidad por Block, debido a las capacidades de estos (250,275,365 y 370 watts) por las especificaciones del proyecto. Los módulos fotovoltaicos quedan definidos por sus características técnicas, siendo la fundamental la potencia. La "potencia pico" de un módulo fotovoltaico se define como la potencia máxima de dicho módulo en las condiciones estándar de medida (CEM). En la Tabla II. 11 se presentan las características técnicas de cada panel solar.

Tabla II. 11. Características técnicas de los paneles solares.

Artículo/Panel No.	RSM60-6-255P	RSM72-6-365M	RSM72-6-370M
Potencia Máxima (Pmax)	255W	365W	370W
Clasificación de potencia	0-4-99W	0-4.99W	0-4.99W
Voltaje a Pmax	30.30V	39.25V	39.60V
Corriente en Pmax	8.42A	9.30A	9.35A
Circuito abierto Voltaje (Voc)	37.60V	47.70V	48.15V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8.96A	9.85A	9.90A
Tolerancia de voltaje circuito abierto		±3%	±3%
Tolerancia de corriente de cortocircuito		±4%	±4%
Tensión máxima del sistema		DC1500V	DC1500V
Diseño de carga mecánica		3600Pa"1.5	3600Pa"1.5
Peso	19 kg	22 kg	22 kg
Dimensiones	1650X922X35 mm	1956x922X40 mm	1956x992x40 mm
Condición de prueba estándar técnica	AM1.5 E=1000W/m Tc=25°C	AM1.5 E=1000 W/m Tc=25°C	AM1.5 E=1000 W/m <sup>2</sup> Tc=25°C
Clase de seguridad	Clase A	Clase II	Clase II
Voltaje máximo del sistema	DC1000V		
Prueba de carga mecánica	5400Pa		

**Características constructivas.** Laminado compuesto por vidrio ultra transparente templado de 3.2 mm en la parte frontal, encapsulable termoestable de etileno y acetato de vinilo (EVA) absorbiendo a las células, y aislante eléctrico en la parte trasera formado por un compuesto de telar y poliéster.

Células policristalinas de alta eficiencia con capa anti-reflectante de SiNx. Conductores eléctricos de cobre plano bañado en una aleación de estaño-plata, que mejora la soldabilidad, soldadura de células y conductores por tramos, para liberación de tensiones (Figura II.18).

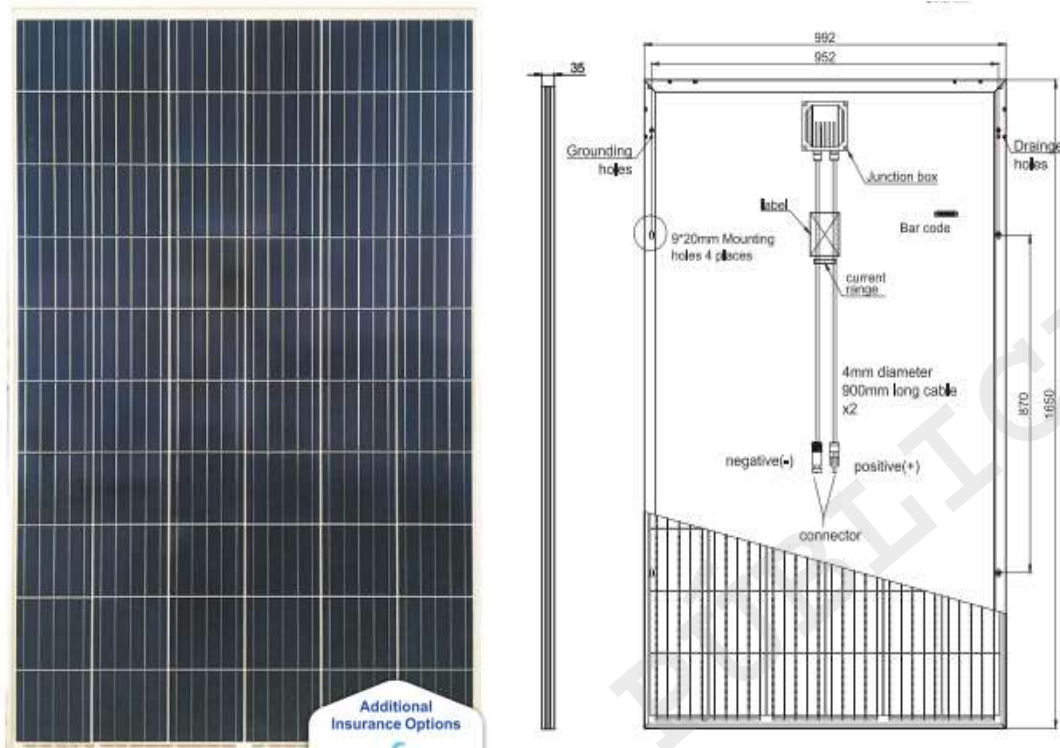


Figura II. 18. Características y componentes de los módulos fotovoltaicos instalados en el área del proyecto.

**Estructura de soporte de módulos fotovoltaicos.** Los módulos fijos se instalaron sobre una estructura de soporte metálica con una inclinación de  $22^\circ$  respecto a la horizontal y una orientación perfecta al sur. Para soportar los módulos que con seguimiento de la luz solar; la estructura de soporte es metálica y ajustable (conocida como trackers) que por las características del terreno cuenta con una profundidad de hincado de entre 80 - 100 cm y desplante a 1.13 m por encima del nivel del suelo (Figura II.19).

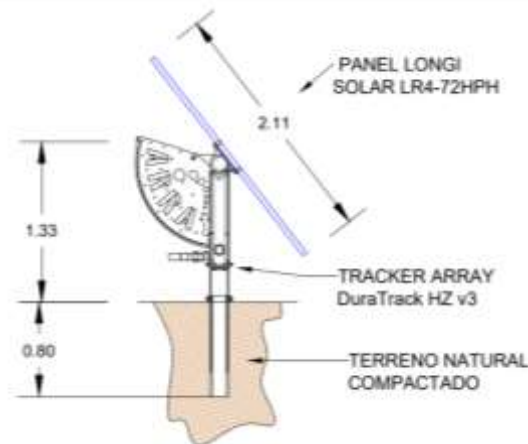


Figura II. 19. Estructura de soporte de paneles solares.

La estructura de soporte es de acero y cuenta con un tratamiento anticorrosivo que garantiza una larga vida de los materiales y que requiere de un mantenimiento mínimo. Cuando el suelo y la pedregosidad no permitió las especificaciones de soporte y sujeción requerido, se instalaron con ayuda de un micropilote a una profundidad de 1 m en promedio. El pilote se encuentra formado por concreto hidráulico lo cual proporciona la estabilidad que el soporte de la estructura se requiere. Es en la estructura de soporte en donde son ancladas las varillas roscadas para el atornillado de los paneles (Figura II.20).



Figura II. 20. Izquierda: micropilote de la estructura de soporte y guía del seguidor. Derecha: línea de paneles instalados.



**Seguidores.** Los seguidores instalados tienen la función de orientar a los módulos fotovoltaicos, para tener una mayor eficiencia en la captación de la energía solar, estos giran sobre un eje, con ayuda de un motor, ajustándose a la incidencia de mayor eficiencia de los rayos solares mediante un control de seguimiento controlador SkyLine. El controlador se encuentra a un costado del motor en el centro de cada fila. Cada controlador puede controlar hasta tres motores diferentes en tres filas diferentes dependiendo del diseño. Los controladores son SkyLine autoalimentado y cuentan con respaldo de batería (Figura II.21).

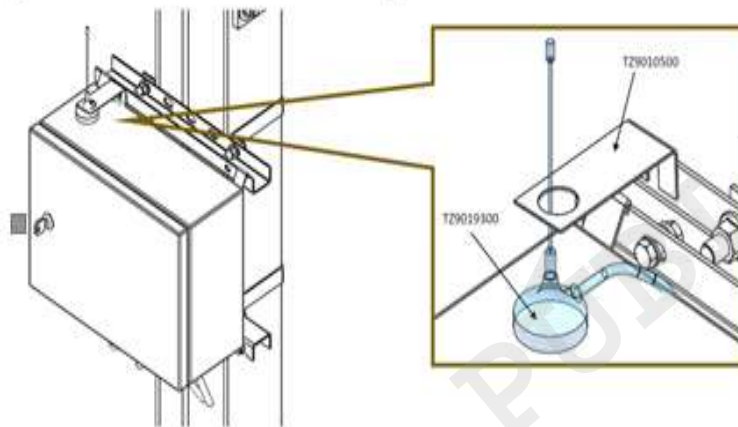


Figura II. 21. Esquema de los componentes que integran los seguidores con controlador SkyLine.

La caja de comunicación, es una instalación típica de cada 1 ~ 3 filas del horizonte de seguimiento es controlada por una caja de control, y estas cajas de control están conectados de forma inalámbrica a una caja de comunicación que transmite datos del tiempo / lugar / tiempo a cada caja de control. Cada caja de comunicación puede controlar hasta 96 unidades de control (Figuras II.22 y II.23).





Figura II. 22. Motor de activación.



Figura II. 23. Posición del eje de montaje de módulos fotovoltaicos.

**Inversores.** Cada block contiene una cantidad variable de inversores, debido a la relación de la cantidad de paneles. Los inversores recolectan la energía producida mediante el tendido de un conductor (calibre 10), al llegar al inversor; este convertirá la corriente directa en corriente alterna y una vez reunida; del conversor salen 700 volts AC, que será conducida directamente al transformador, mediante tres cables calibre 600 KCM. En la Tabla II. 12 se presentan las características técnicas de los inversores.



Figura II. 24. Empotramiento de inversor con llegada de cableado proveniente de paneles y conexión para operación y salida de conexiones para transformador.

Tabla II. 12. Características técnicas de un inversor solar.

<b>Inversor Solar</b>	
<b>Modelo: SUN2000-105KLT-H1</b>	
cd. Max. Tensión de Entrada	1500 Vd.c
Max. Corriente de Entrada	25A/25A/25A/25A/25A/25A
Tensión Nominal de Salida	A33/33A/A33/33A/A33
Rango de voltaje operativo MPPT	600-1500bd.c
Voltaje Nominal de Salida	800 Va.c;3~+o
Frecuencia de Funcionamiento Nominal	50 Hz/60 Hz
Potencia Nominal de Salida	105 Kw
Potencia Aparente de Salida Máxima	116 kVA
Corriente Aparente de Salida Máxima	84.6A
Factor de Potencia	0.8(lagging)-0.8(leading)
Rango de Temperatura de Funcionamiento	- 25 - +60 °C
Topología del Inversor	Non-Isolation
Recinto	IP65
Clase de protección	I
Categoría de Sobretensión	II(DC)/III(AC)
Grado de Contaminación	III
Altitud	4000 m
Comunicación	PLC/RS485

**Combinadores.** Los combinadores tienen la función de proteger los cables y módulos de fallos por sobretensión. Realizan la función de aislar en caso de una cadena fallida para que el resto del sistema fotovoltaico pueda continuar generando electricidad. Están conectados a los inversores para evitar daños a la estructura eléctrica. La caja cuenta con 32 entradas y 16 canales, siendo un accesorio del inversor y conectando en paralelo las series de paneles; analiza la corriente proporcionada por cada serie, detectando si alguna llegase a producir menos energía que las otras. Este dispositivo, como se mencionó anteriormente, tiene la capacidad de proteger la instalación de sobretensiones, informando al inversor solar cuando esta llegara a ocurrir.

Incluye un fusible por cada dos series, el cual, trabaja desconectando los paneles que forman esa serie, evitando así, una sobrecarga. Cuando se diera este caso, este será detectado por el String Supervisor, delatado por que la corriente de esta serie será nula, solicitando su reemplazo y volviendo así a generar energía. El combinador inteligente fotovoltaico instalado es el DC1000V fabricado por CBE (este dispositivo estará protegido por una caja especial que lo protege de las condiciones de la intemperie). En la Figura II.25 se presenta una imagen del cuadro combinador de CC inteligente.



Figura II. 25. Cuadro combinador de CC inteligente fotovoltaico (DC1000V).

**Transformadores.** De los 19 transformadores, uno por block, que compren el proyecto original, en el área del presente proyecto se ubican 14 estaciones transformadoras (T1, T2, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T16 y T18). Estos corresponden a transformador compactos tipo contenedor de 20 pies. Que contiene un transformador MT al aire libre, de Media Tensión y cuadro de BT. El equipo permite una conexión rápida y fiable del inversor fotovoltaico a las redes de media tensión. En este transformador se recopila la energía producida por todos los paneles solares del block. También se encarga de convertir el voltaje de cada salida enviándole a subestación 34000 volts. Para después enviarla a la subestación elevadora.

Para el soporte de los transformadores, se utilizan cimientos de 5 m × 8 m. Según la necesidad de los transformadores se utilizan los modelos STS-6000 kVA y STS-3125 kVA. En la Tabla II.13 se muestran las características de los equipos.

Tabla II. 13. Características técnicas de los modelos de los transformadores instalados en el proyecto.

Especificaciones técnicas / modelo	STS-2500K	STS-6000K
Tipo de transformador	Con aceite	Con aceite
Alimentación de CA	2625 kVA 35 @ °C / 2500 kVA 40 @ °C / 2375 kVA @ 45 °C / 2250 kVA 50 @ °C	6300 kVA 35 @ °C / 6000 kVA @ 40 °C / 5700 kVA @ 45 °C / 5400 kVA 50 @ °C
LV Tensión	800 V	800 V
MV voltaje	22 kV / 33 kV / 34,5 kV	22 kV / 33 kV / 34,5 kV
Opcional	~ 10 kV 35 kV	~ 10 kV 35 kV
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz

tomas	± 2 x 2,5%	± 2 x 2,5%
Grupo vector	Dy11	Dy11y11
Sin carga Pérdida	≤ 0,1%	≤ 0,1%
La pérdida de carga	≤ 0,9%	≤ 0,9%
Tipo de enfriamiento	EN UNA	EN UNA
Impedancia	6,5%	6,5%
Tipo de aceite	Aceites minerales / Aceite (Opcional)	Aceites minerales / Aceite (Opcional)
bobinado de material	Alabama	Alabama
<b>Media Tensión aparatos de vía</b>		
Tipo de aislamiento	SF6	SF6
Voltaje de la tarifa	~ 12 kV 40,5 kV	~ 12 kV 40,5 kV
Valor de corriente nominal	630 A	630 A
actual de tiempo corto	20 kA	20 kA
Cant. Alimentadores de	3 alimentadores (CCV o equivalente)	3 alimentadores (CCV o equivalente)
<b>Distribución de baja tensión</b>		
ACB Especificación	/ 800 Vac / 3P, 1 * PC 1 2500 A	/ 800 Vac / 3P, 2 * PC 1 2500 A
MCCB Especificación	/ 800 Vac / 3P, 13 PC 250 A	250 A / 800 Vac / 3P, 2 * 15 PC
Transformador auxiliar	5 kVA ~ 50 kVA, Dyn11, 800 V / 220 V	5 kVA ~ 50 kVA, Dyn11, 800 V / 220 V
<b>General</b>		
Dimensiones (W x H x D)	6058 x 2591 x 2438 mm	6058 x 2896 x 2438 mm
Peso	<12 t	<20 t
Temperatura de funcionamiento	- 25 °C ~ 60 °C (- 13 ° F ~ 140 ° F)	- 25 °C ~ 60 °C (- 13 ° F ~ 140 ° F)
Rango		
Grado de la protección	IP54	IP54
Humedad relativa	0% ~ 95%	0% ~ 95%
Max. Altitud de funcionamiento	2.000 m	2.000 m
Opcional Max. Altitud de funcionamiento	4000 m	4000 m
Normas	IEC 60076, IEC 61439-1, IEC 62271-200, IEC 62271-202	IEC 60076, IEC 61439-1, IEC 62271-200, IEC 62271-202

**Laminación de postes y losa de cimentación para estación transformadora.** Para el soporte de los transformadores, se utilizaron cimientos de 5 m x 8 m. En la Figura II. 26 se detalla la estación para transformadores. Para el soporte de los rastreadores se utilizaron pilas que tienen una forma IPE160 de 0.15 m por 0.1 m. En el caso del sistema de montaje fijo, se cuenta con 10 pilas por estructura, con un perfil de C de 0.11 m por 0.07 m utilizado.

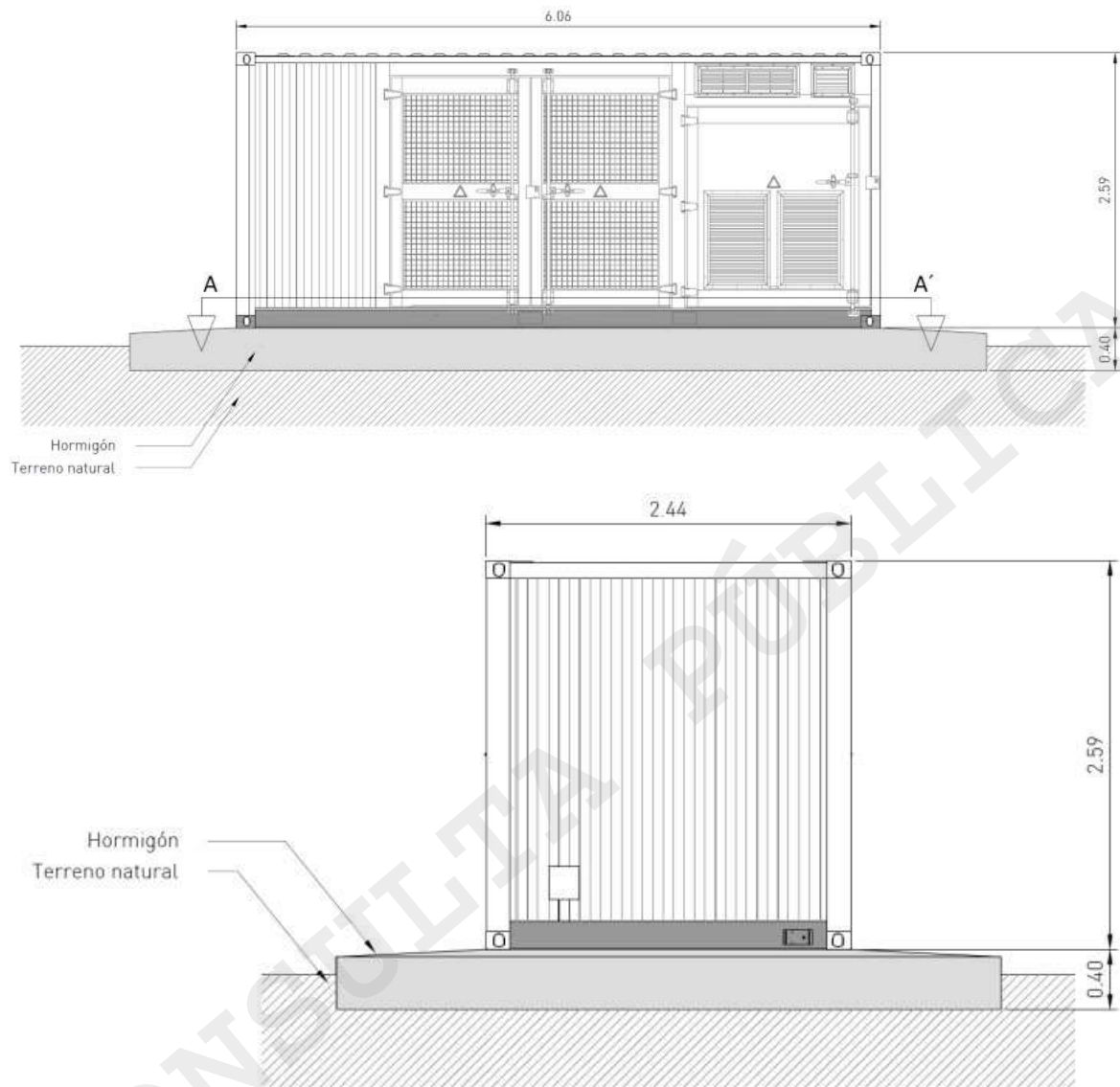


Figura II. 26 Características de la Estación de transformación



Figura II. 27 Estado actual las estaciones de transformador y estructuras de soporte.

Para efectos de la conclusión de obras relativas a la etapa constructiva, las actividades de laminación de postes y losa de cimentación para estación transformadora se encuentran actualmente concluidas.

**Zanjas.** Como todas las conducciones eléctricas que unen los diferentes elementos del parque solar fotovoltaico se han proyectado subterráneas bajo tubo de PVC, será necesaria la ejecución de zanjas para dicho fin.

**Canalizaciones en baja tensión.** Se ejecutaron zanjas de baja tensión para la conexión de los módulos fotovoltaicos que componen cada una de las instalaciones generadoras a la caseta donde se encuentran los inversores, así como para el transporte de la electricidad de los consumos internos de la instalación.

Las zanjas fueron diseñadas de tal manera para que discurran paralelamente a las vialidades de servicio y las que unen los paneles solares y las cajas de conexiones que van por detrás de las estructuras soporte. En este se tienen distintas secciones, dependiendo del cableado que se



disponga en cada una de éstas, aunque la sección se diseñó de las mismas dimensiones. La profundidad de excavación se estableció en 1.20 m, con un ancho de 0.80 m.

El relleno de las zanjas en general se conformó de la manera siguiente: sobre el fondo de excavación se colocó un lecho de arena lavada de río hasta quedar por encima de los tubos de los circuitos eléctricos, que se dispusieron de forma que la separación entre cada uno de ellos y su contiguo no fuera en ningún caso inferior a los 10 cm y por encima de ésta se dispuso de una capa de tierra de relleno, que provino de la extracción de las diferentes excavaciones en la parcela.

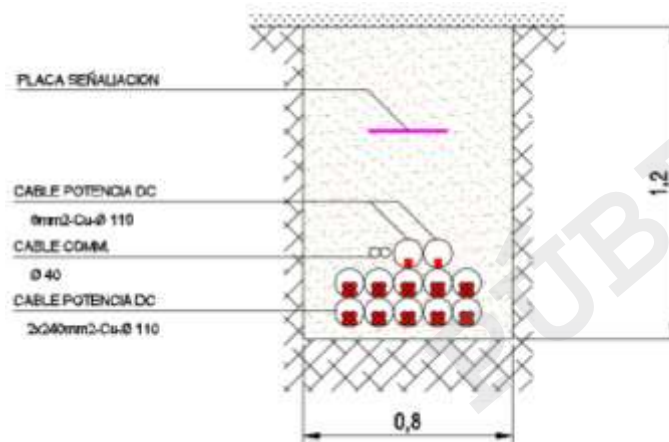


Figura II. 28 Zanja de baja tensión

**Canalizaciones en media tensión.** En este caso, este apartado incluye tanto las canalizaciones que unen los centros de transformación con el centro de seccionamiento, como con la subestación eléctrica. El diseño de la sección de las zanjas de media tensión se realizó de la misma forma que las de baja tensión. La profundidad de excavación se estableció en 1.20 m con un ancho de 0.80 m. En la Figura II.29 se presenta la sección tipo de las zanjas de media tensión con todos los elementos que se incluyen en la misma.



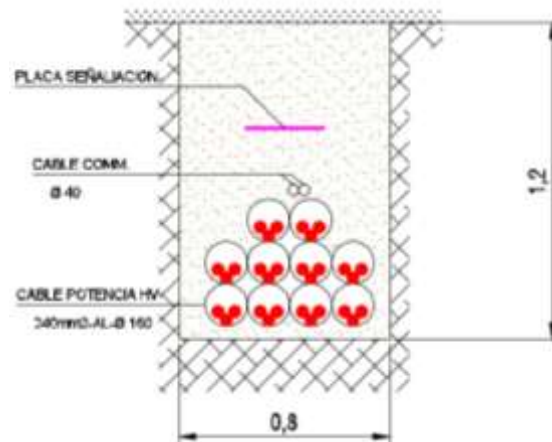


Figura II. 29 Zanja de media tensión

**Canalizaciones del cable de toma de tierras.** Para la canalización del cable de toma tierras se instaló un cable desnudo de  $70 \text{ mm}^2$ , al que se unió un conductor de tierra de  $16 \text{ mm}^2$ , el cual conecta mediante latiguillos de  $6 \text{ mm}^2$  cada uno de los bastidores de los módulos fotovoltaicos, las estructuras y los electrodos de tierra.

El diseño de la sección de las zanjas de toma de tierras se realizó de la misma forma que las de baja tensión. La profundidad de excavación se estableció en  $0.50 \text{ m}$  con un ancho de  $0.50 \text{ m}$ . En la Figura II. 30, se detalla la sección tipo de las zanjas de toma de tierra con todos los elementos que se incluyen en la misma.

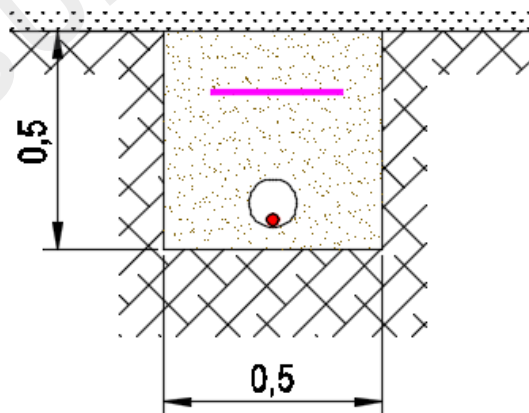


Figura II. 30 Zanja de toma de tierras



Figura II. 31. Actividades de excavación de zanjas de baja tensión.



Figura II. 32. Características de instalación de módulos fotovoltaicos.

Para efectos de la conclusión de obras relativas a la etapa constructiva, la instalación de módulos fotovoltaicos, transformadores, líneas eléctricas subterráneas y obras civiles han sido desarrolladas por lo cual, dichas obras se consideran concluidas actualmente.

#### **Subestación eléctrica elevadora (SEE).**

La subestación elevadora se conecta a los 19 transformadores de cada block en el parque solar y recibe de cada transformador una carga de 34000 volts. El arreglo de los elementos que conforman la SEE se presenta en las Figuras II 33 y II 34 y la descripción de los mismos se presenta en los siguientes apartados.



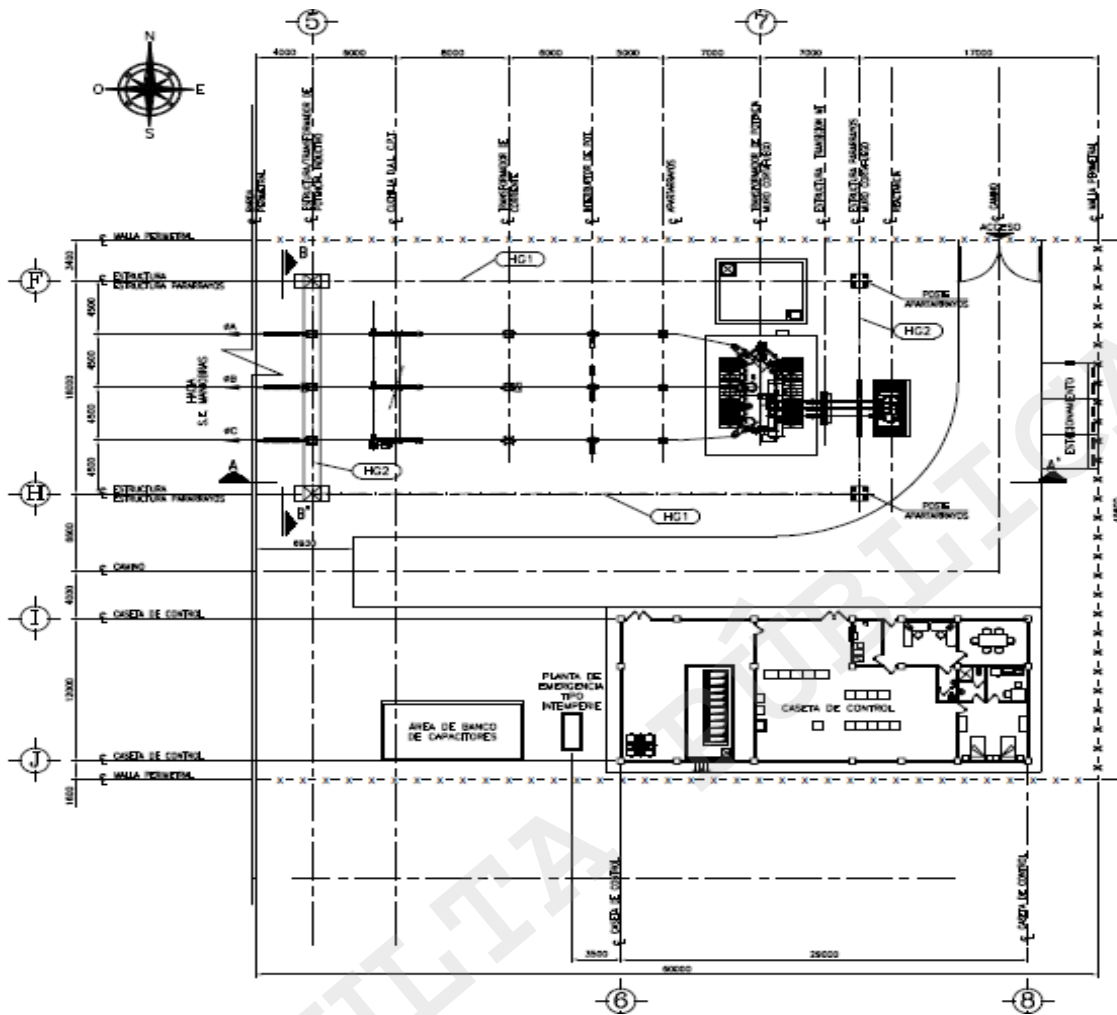


Figura II. 34 Subestación eléctrica elevadora forma planta.

**Tensión de 34.5 kV.** Reactancia trifásica de capacidad de 500 KVA, tensión nominal de 34.5 KV, tipo de conexión en ZIG-ZAG, enfriamiento tipo ONAN, para operar una altura menor a 2300 m.s.n.m., con una corriente monofásica de falla en el neutro de 200 A. Durante 60 segundos con una frecuencia de 60Hz y una BIL de 200 kV (1 equipo).



Figura II. 35. Reactancia trifásica

**Apartarrayos óxidos metálicos (34.5 Kv).** Para subestaciones clase 3, servicio intemperie, aislador externo de porcelana para trabajar en un sistema de 34.5 kV, tensión máxima de diseño 38 kV, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 10 kA, 60 Hz, tensión nominal 30 kV, tensión de operación continua 24.4 kV, distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, coeficiente de aceleración horizontal de 0.3 g (3 equipos).

**Apartarrayos óxidos metálicos para subestaciones (230 kV).** Para subestaciones clase 3, servicio intemperie, aislador externo de porcelana, para trabajar en un sistema de 230 kV, tensión máxima de diseño 245 kV, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 10 kA, 60 Hz, tensión nominal 192 kV, tensión de operación continua 154 kV, distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, coeficiente de aceleración horizontal de 0.3 g (3 equipos).



Figura II. 36. Apartarrayos óxidos metálicos para subestaciones 230 kV

**Cuchilla desconectadora tripolar.** Operación manual sin carga en grupo, apertura vertical para operación en un sistema de 34.5 kV, corriente nominal 630 A, corriente de corto circuito de 25 kA., tensión nominal de aguante al impulso por rayo de 200 kV, 60 Hz, montaje vertical, mecanismo de operación manual, distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, una distancia de fuga mínima total de 6125 mm (1 equipo).



Figura II. 37. Cuchilla desconectadora tripolar.

**Transformador de potencia en aceite.** Transformador trifásico servicio intemperie de 69/92/115 MVA, enfriamiento ONAN/ONAF1/ONAF2, 60 Hz, tensiones nominales, 34.5/230 kV, conexión YNd11 con regulación en carga automático ( $\pm 10 \times 1\%$ ) de 21 posiciones en el lado de alta, diseñado para una altitud de operación de 2200 msnm (1 equipo).



Figura II. 38. Transformador de potencia en aceite.



**Interruptor de potencia tripolar en SF6.** Tipo tanque vivo, tensión nominal de 230 kV, tensión máxima de diseño 245 kV, BIL de 1050 kV, 60 Hz, corriente nominal de 2000 A. Corriente de corto circuito de 40 kA distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, una distancia de fuga mínima total de 6125 mm, coeficiente de aceleración horizontal de 0.3 g (1 equipo).



Figura II. 39. Interruptor de potencia tripolar en SF6.

**Transformador de corriente monofásico.** Tipo pedestal y aislador externo de porcelana, tipo devanado 245 kV, 1050 kV BIL, 60 Hz, relación de transformación 400:5//5//5//5 A un devanado de medición de 30VA clase 0.2S, Y tres devanados secundarios de protección de 100VA clase 10P20, distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, una distancia de fuga mínima total de 6125 mm (3 equipos).



Figura II. 40. Transformador de corriente monofásico



**Cuchilla desconectadora tripolar doble apertura lateral con puesta a tierra.** Tensión de diseño de 245kV, corriente nominal de 2000 A, corriente de corto circuito de 40 kA, tensión nominal de aguante al impulso por rayo de 1050 kV, 60 Hz, montaje horizontal, mecanismo de operación por polo a motor, distancia de fuga mínima 25 mm/kV f-f, una distancia de fuga mínima total de 6125 mm (1 equipo).



Figura II. 41. Cuchilla desconectadora tripolar

**Transformador de potencial inductivo monofásico.** Tensión de diseño de 245kV, tensión nominal de aguante al impulso por rayo de 1050 kV, relación de transformación de 230000:115-69 (relación unitaria 1200/2000:1), con dos devanados secundarios con clase de exactitud 0.2 y carga de 100 VA, D.f.m. 25 mm/KVf-t, una distancia de fuga mínima total de 6125 mm (3 equipos).



Figura II. 42. Transformador de potencial inductivo

Para efectos de la conclusión de obras relativas a la etapa constructiva, la subestación eléctrica elevadora actualmente cuenta con actividades constructivas, por lo que estas obras se encuentran en ejecución y se estima su culminación en un periodo aproximado de 6 (seis) meses.



Figura II. 43 Instalación de equipos de la subestación eléctrica elevadora.

### Vallado perimetral

El vallado perimetral o cerco ha sido construido con la finalidad de evitar el acceso no autorizado y el vandalismo en el interior del parque solar fotovoltaico, de tal manera que se instaló un recinto perimetral que consiste en una malla de torsión simple con terminación en cables de espino, postes circulares y una serie de puertas para dar acceso. La cimentación tanto para los postes del vallado como los de la puerta de acceso se utilizaron tacos en forma de tronco de cono de hormigón en masa H-25.

En el caso de los postes perimetrales, el diámetro en la base de la cimentación en superficie es de 0.30 m y tiene una profundidad de 0.50 m. El diámetro en la base de la cimentación en profundidad es de 0.15 m. Para los postes que soportan la puerta, el diámetro en la base de la cimentación en superficie es de 0.40 m y tiene la misma profundidad que los anteriores. El cerramiento o vallado perimetral tiene una longitud de 10,818.441 m, con cimentaciones cada 2.5 m. El área de construcción estimada resulta de multiplicar  $0.4 \text{ m} \times 10,818.441 \text{ m} = 4327.3764 \text{ m}^2$  (Figura II.44).





Figura II. 45 Estado actual de la instalación del vallado o cerco perimetral del proyecto.

Para efectos de la conclusión de obras relativas a la etapa constructiva, la instalación del Vallado perimetral se encuentra actualmente concluida.

En la Tabla II.14 se presenta un resumen de las obras relativas al presente proyecto y porcentaje de avance.

Tabla II. 14. Resumen de obras relativas al proyecto y su porcentaje de avance de obra.

Concepto	Avance constructivo (%)	Observaciones
Módulos fotovoltaicos, líneas eléctricas subterráneas y obras civiles	100%	Para iniciar pruebas preoperativas y puesta en marcha
Subestación eléctrica elevadora	90 %	Actividades constructivas finales e instalación de componentes en ejecución.
Laminación de postes y losa de cimentación para estación transformadora	100 %	Transformadores: T1, T2, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T16 y T18
Caminos internos	100 %	Se realizarán mantenimientos en etapa operativa.

En la Figura II.46 se presenta el mapa de distribución de obras permanentes relativas a las áreas de ampliación y regularización del presente estudio. En el Anexo 4 se presentan los planos arquitectónicos y de obra en archivo .pdf para una mejor visualización de las obras.

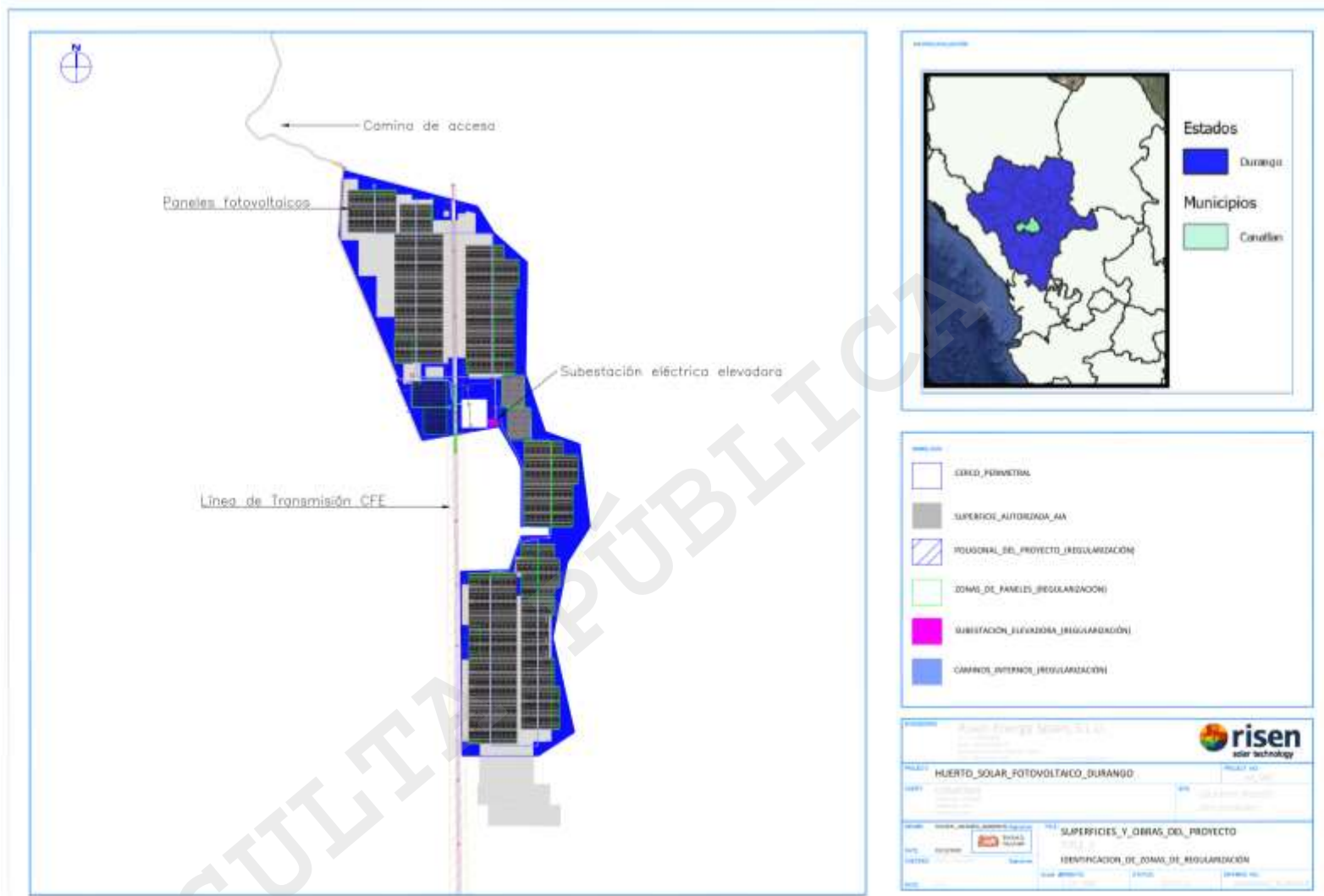


Figura II. 46. Obras e instalaciones permanentes localizadas en el área del proyecto.

### Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En seguida se presenta un listado y descripción de las obras y actividades provisionales que han sido requeridas para el desarrollo del proyecto.

- 1) **Abastecimiento de energía eléctrica:** Se cuenta con celdas solares de autoabastecimiento.
- 2) **Zonas de campers y estacionamiento provisional.** Se localizan a un costado de la SEE y cuenta con oficinas móviles y área de estacionamiento.
- 3) **Almacenes provisionales de residuos peligrosos.** Se cuenta con la instalación de dos almacenes provisionales de residuos peligrosos, localizados en los frentes de trabajo de la SE y vertederos provisionales. Estos cumplen con los artículos 15, 17, 19, 21 y 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos tanto para las especificaciones de construcción como de gestión de los residuos.
- 4) **Área de Almacenamiento Zona de Acopios Auxiliares:** Espacio que se consideró en el proyecto y no demandó una logística de almacenamiento especialmente compleja y bastó con destinar un lugar adaptado para su estancia.
- 5) **Área de Almacenamiento Zona de Acopios General:** Se cuenta con una explanada provisional dentro del área del proyecto la cual alberga el acopio temporal de maquinaria y vehículos de obra o visitas, materiales de construcción, así como para la recepción y acopio temporal de los equipos eléctricos a instalar.
- 6) **Área Provisional de Trabajo, Zona de Oficinas:** Espacio destinado para realizar trabajos de gabinete, serán de tipo móvil con medidas estándar de 8 x 24 pies (2.44 x 7.32 m).
- 7) **Instalaciones sanitarias:** Se cuenta con letrinas móviles para el uso del personal que labora en el proyecto, de esta manera se evita la contaminación del suelo por desechos fisiológicos durante la etapa de preparación del área y construcción del proyecto. El manejo y disposición final de las aguas residuales producto de los desechos fisiológicos se realiza por medio de una empresa autorizada para la prestación de dicho servicio.
- 8) **Planta de Hormigón Tren de Trituración:** Este espacio fue destinado para la instalación de una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original es utilizada para la fabricación del hormigón a partir de la materia prima que lo compone: árido, cemento y agua.
- 9) **Zonas de acopio provisional de residuos no peligrosos:** En el área del proyecto se han habilitado dos zonas de acopio de residuos no peligrosos, en los que se acopia y almacena de manera provisional los residuos de manejo especial resultantes de las actividades constructivas. Estas zonas se encuentran debidamente delimitadas y señalizadas.



Para efectos de dar conclusión a las actividades de construcción del proyecto, actualmente solo las obras y actividades 1), 2), 3), 4), 5), 6) y 8) se encuentran activas y serán desmanteladas al término de la etapa constructiva.

CONSULTA PÚBLICA



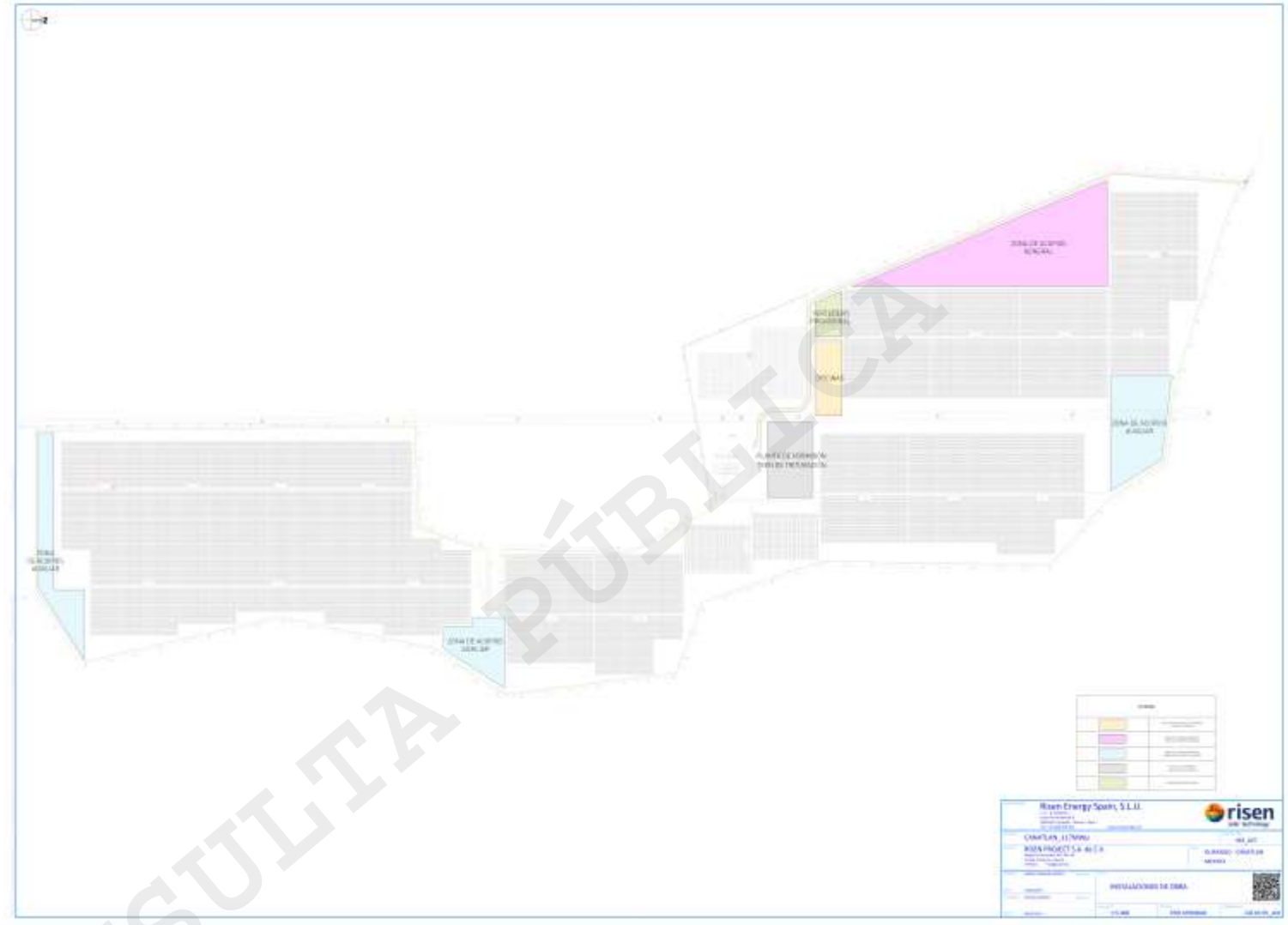


Figura II. 47 Plano de obras y actividades provisionales del proyecto.



Figura II. 48 Estado actual de las obras provisionales instaladas para el desarrollo del proyecto.







Figura II. 49 Fotografías aéreas del estado actual del parque solar fotovoltaico.

### **Descripción de obras asociadas al proyecto**

Como obra asociada al proyecto se cuenta con una Subestación Eléctrica de Maniobras la cual estará administrada y operada por la CFE, teniendo como objetivo de operación la de medir la energía producida y que será suministrada a la LTE parte de la Red Nacional de Distribución denominada "Durango II-Canatlán Potencia", estimando recibir y entregar a la CFE 100 MW. Estas obras y superficies estarán consideradas en una Manifestación de Impacto Ambiental independiente al presente proyecto.

### **II.2.5 Operación y mantenimiento.**

#### ***Operación***

##### **Pruebas de funcionamiento de las instalaciones de la planta fotovoltaica**

Previamente al funcionamiento definitivo del parque solar se realizarán ensayos de las instalaciones de la planta fotovoltaica, subestación transformadora y línea de alta tensión para asegurar que la calidad de estas instalaciones sean las óptimas.

#### **Inicio de actividades.**

Se activará el proceso y funcionamiento para lo cual fue diseñada la planta.

#### ***Mantenimiento***

El mantenimiento de los módulos solares consistirá en las siguientes actividades:

- 1) Limpieza de paneles: se realizará el retiro de objetos o suciedades que se encuentre sobre la superficie de los paneles. La limpieza se realizará con productos que no abrasivos, para evitar así daños al panel, por ejemplo; agua libre de sustancias, jabón con PH neutro, etc. Además, se deberán seguir las recomendaciones de mantenimiento del fabricante.
- 2) Inspección visual de los paneles fotovoltaicos: además de la limpieza del campo fotovoltaico mencionada en primera instancia, también se deberá realizar una inspección visual de los paneles en búsqueda de anomalías.
- 3) Comprobación de la estructura que soporta los paneles: la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos suele estar fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería en acero inoxidable, por lo que no suelen necesitar mantenimiento anticorrosivo. No obstante, se deberá comprobar que no existen deformaciones o grietas, la estanqueidad de la cubierta y que el estado de fijación tanto de la estructura a la superficie como el de los módulos a la estructura es el óptimo.

- 4) Revisión de los componentes electrónicos: por último, para un mantenimiento preventivo correcto de la instalación, se deberán revisar todos los componentes eléctricos de la instalación: cuadro de continua, corriente alterna, inversores, sistema de monitorización, etc.

Además, se deberá realizar una vigilancia activa y un control de la instalación. El mantenimiento se realizará para verificar *in-situ* los componentes, la limpieza o recambio de filtros o cualquier pieza que pueda ser susceptible de error, así como verificar el envejecimiento de todos los componentes para realizar las acciones correctivas adecuadas en cada situación.

## **II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**

### **Desmantelamiento de las instalaciones**

En esta etapa se desmantelarán las estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los paneles, módulos fotovoltaicos de silicio policristalino, instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos, equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna, equipos eléctricos de medida y protección, casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación, vallado perimetral y sistema de seguridad.

Estas actividades serán ejecutadas en seguimiento con el Programa de restauración (Anexo 8) y que consisten en las siguientes actividades:

### **Abandono de las instalaciones**

El proyecto tendrá una vida útil estimada de 62 años. Este periodo puede estar sujeto a modificación de presentarse escenarios que alteren el estado de las variables de mayor sensibilidad, tanto internas como externas. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y adaptación del terreno al medio.

En tal virtud, se contempla una serie de actividades tentativamente en el abandono del sitio, que contempla medidas de rehabilitación, compensación y restitución ambientales y paisajísticas oportunas para que los terrenos utilizados vuelvan a la situación anterior al establecimiento del proyecto.

### **Cercado y señalización**

Cuando concluya la vida útil de estas se procederá cercar el área perimetral de las obras que requieran ser protegidas por seguridad pública y se colocarán los letreros necesarios para indicar las actividades y áreas de peligro, así como letreros indicativos de frentes de operación en el abandono.

### Reforestación.

Después de realizar las actividades de restauración del suelo, se realizarán las actividades de reforestación con especies nativas de la región en este caso con plantas de huizache (*Vachellia schaffneri* y *Vachellia farnesiana*), esto con la finalidad de devolver a las condiciones originales el sitio y evitar la erosión del suelo.

## II.2.7 Residuos.

### Residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Los de manejo especial generados en la etapa de preparación del sitio fueron básicamente material vegetal producto de la actividad de desmonte, estos residuos han sido empleados para realizar actividades de conservación de suelo como acordonamiento de material vegetal muerto y el material restante fue seccionado y acopiado para su pronta reincorporación al suelo en las áreas circundantes al proyecto.

Para la preparación y construcción, los residuos sólidos urbanos que han sido generados son papel, cartón, plástico y residuos orgánicos conocidos comúnmente como basura; en este sentido si consideramos un promedio de generación de residuos de 100 gramos por persona que labora en la preparación y construcción del proyecto genera diariamente alrededor de 62 kg de basura al día y un total de 310 kg a la semana aproximadamente, estos residuos son depositados en tambos de plásticos o metálicos de 200 l, para ser trasladados semanalmente al relleno sanitario de la ciudad de Canatlán.

Los residuos de manejo especial generados por las actividades de construcción y montaje de paneles han sido madera, plástico de embalaje, metal, cartón, módulos fotovoltaicos y concreto. Estos residuos se han manejado de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental del parque solar fotovoltaico (Anexo 8).

Se estima que para la conclusión de la etapa constructiva la cantidad de residuos de manejo especial a generar será de aproximadamente 970 kg / mes de acuerdo con los tipos y cantidades que se presentan en la Tabla II.15.

Tabla II. 15. Estimación de generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el término de la etapa constructiva.

Residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Cantidad o volumen de generación MENSUAL (kg)	Tipo	Sitio de almacenamiento o temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
---------	---	---	------	------------------------------------	---	----------------------------	---------------



Papel	Actividades de gabinete	20 kg	Hojas	Área de acopio de residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Gestor autorizado para manejo de RME o Relleno sanitario	Sólido
Madera	Construcción de SEE	200 kg	Pallets y polines	Área de acopio de residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME, particular o limpia pública municipal	Gestor autorizado para manejo de RME, donación o relleno sanitario	Sólido
Cartón	Empaques	200 kg	Cajas	Área de acopio de residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME, particular o limpia pública municipal	Gestor autorizado para manejo de RME, donación o relleno sanitario	Sólido
Plásticos	Construcción de SEE	200 kg	Envolturas	Área de acopio de residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Gestor autorizado para manejo de RME, o relleno sanitario	Sólido
Concreto	Construcción de SEE	200 kg	Residuos de concreto por lavado de ollas	Área de acopio de residuos no peligrosos	Particular	Donación para relleno o disposición en bancos de tiro autorizados.	Sólido
Envases de plástico	Áreas de comida	60 kg	PET	Área de acopio de residuos no peligrosos	Limpia pública municipal	Relleno sanitario	Sólido
Envases de aluminio	Áreas de comida	10 kg	latas	Área de acopio de residuos no peligrosos	Limpia pública municipal	Relleno sanitario	Sólido
Basura orgánica	Áreas de comida	80 kg	Restos de comida	Área de acopio de residuos no peligrosos	Limpia pública municipal	Relleno sanitario	Sólido

En la etapa de operación y mantenimiento los residuos de manejo especial que podrían ser generados corresponden en su mayoría a materiales reutilizables o reciclables, como lo son: los paneles, metales y similares. Se contempla que tras su generación estos sean enviados a empresas recicladoras autorizadas como destino final. De igual manera, la gestión y manejo de los residuos que se generen durante la etapa operativa se realizará por medio del Programa de Vigilancia Ambiental del parque solar fotovoltaico.

Se estima que durante la etapa operativa del parque solar fotovoltaico el los residuos de manejo especial y sólidos urbanos a generar será de aproximadamente 194 kg / mes (Tabla II.16).

Tabla II. 16. Estimación de generación de residuos de manejo especial durante la etapa de operación y mantenimiento.

Residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Cantidad o volumen de generación MENSUAL (kg)	Tipo	Sitio de almacenamiento o temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
Papel	Administrativo	4	Hojas	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido

Madera	Mantenimiento	40	Pallets y polines	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido
Metales	Mantenimiento	40	Cajas	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido
Cartón	Mantenimiento	40	Envolturas	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido
Plásticos	Mantenimiento	40	Residuos de concreto por lavado de ollas	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido
Envases de plástico	Administrativos y mantenimiento	12	PET	Almacén Residuos no peligrosos	Autorizados para el transporte de RME o limpia pública municipal	Recicladora o relleno sanitario	Sólido
Basura orgánica	Administrativo y mantenimiento	2	latas	Almacén Residuos no peligrosos	Limpia pública municipal	Relleno sanitario	Sólido

### Aguas residuales

Para el manejo de los desechos fisiológicos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se ha realizado la instalación de baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores y por género.

Se estima que para el término de la etapa constructiva sean generados alrededor de 30,000 litros mensuales de aguas residuales (Tabla II. 17).

Tabla II. 17. Estimación de generación de aguas residuales para el término de la etapa constructiva.

Residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Cantidad o volumen de generación MENSUAL (litros)	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento o temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
Agua residual	Sanitarios móviles	30,000	N/A	Sanitarios portátiles	Camión cisterna autorizada para el transporte de aguas residuales	Planta de tratamiento de aguas residuales	Líquido

Para las etapas de operación, mantenimiento las aguas residuales serán captadas por medio de la instalación de sanitarios permanentes ubicados en la subestación eléctrica.

Para la etapa operativa se estima la generación de alrededor 15,000 litros mensuales.

Tabla II. 18. Estimación de generación de aguas residuales para las etapas de operación y mantenimiento.

Residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Cantidad o volumen de generación MENSUAL (litros)	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento o temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
Agua residual	Uso de sanitarios	15,000	N/A	--	--	Planta de tratamiento de aguas residuales	Líquido

El manejo y gestión de las aguas residuales se realiza con base en el Programa de manejo de residuos del parque solar fotovoltaico (Anexo 8) mismo que será aplicable para todas las etapas del proyecto.

### Residuos peligrosos.

En las etapas de preparación del sitio y construcción del parque solar fotovoltaico se ha presentado la generación de residuos peligrosos, principalmente de sólidos impregnados y aceites lubricantes, como son estopas, filtros y guantes. El manejo y gestión de los residuos peligrosos se lleva a cabo por medio del Programa de gestión de residuos mismo que se presente en el Anexo 8.

Se estima que para la conclusión de la etapa constructiva serán generados alrededor de 700 kg/mes, adicionales de RP de acuerdo con la cantidad y tipo de residuo que se presenta en la Tabla II.19.

Tabla II. 19. Estimación de generación de residuos peligrosos para el término de la etapa constructiva

Residuo	Componentes del residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Características CRETIB	Cantidad o volumen de generación MENSUAL	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
Aceites gastados Lubricantes	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Toxico inflamable	500 litros	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Líquido
Filtros de aceite y aire	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Toxico inflamable	15 Pzs.	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido
Sólidos de mantenimiento automotriz	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Toxico	100 kg	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido

En la etapa operativa se prevé que la generación del volumen y tipo de residuos peligrosos se vea disminuida. Se estima la generación anual de 400 kg de residuos de los siguientes tipos.

Tabla II. 20. Estimación de generación de residuos peligrosos la etapa de operación y mantenimiento.

Residuo	Etapas	Componente del residuo	Proceso o etapa en el que se generará y fuente generadora	Características CRETIB	Cantidad o volumen de generación ANUAL	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final	Estado físico
Aceites gastados Lubricantes	Preparación Construcción Operación	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Tóxico inflamable	30 litros	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa	Empresa externa autorizada	Líquido

								externa autorizada		
Filtros de aceite y aire	Preparación Construcción Operación	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Tóxico inflamable	6 Pzs.	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido
Sólidos de mantenimiento automotriz	Preparación Construcción Operación	Hidrocarburos	Mantenimiento a maquinaria y equipo	Tóxico	20 kg	Tambor metálico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido
Alcalinas, Níquel Cadmio	Operación	Metales Pesados	Administración y sistemas computacionales	Tóxico	0.15 Kg	Cubetas de Plástico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido
Lámparas fluorescentes	Operación	Metales Pesados	Administración	Tóxico	0.4 Kg	Cubetas de Plástico	Almacén temporal residuos peligrosos	Camión de carga empresa externa autorizada	Empresa externa autorizada	Sólido

### II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

En lo referente a la emisión de gases con la generación de la energía eléctrica no se produce ningún tipo de emisiones de gases, siendo una de las formas de generación de energía eléctrica más limpias que se conocen, serán únicamente los que generen los vehículos y maquinaria utilizados; dichas emisiones se mantendrán por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina y/o diésel como combustible, esto se logrará procurando brindar el mantenimiento requerido a estos.

### II.3 Referencias

INEGI, 2020. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018).  
<https://www.inegi.org.mx/app/scian/>

IBERIA RENOVABLES DURANGO S.A.P.I.  
DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

## Capítulo III

Huerto Solar Fotovoltaico Durango.

01/02/2021

## Índice

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.	3III.1.
Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	3III.1.1.
<b>Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)</b>	3III.1.2.
<b>Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango</b>	9III.2.
Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.	16III.2.1.
<b>Áreas Naturales Protegidas (ANP)</b>	16III.2.2.
<b>Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)</b>	18III.3.
Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)	22III.3.1.
<b>Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024</b>	22III.3.2.
<b>Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED), Durango.</b>	22III.3.3.
<b>Plan de Desarrollo Municipal de Canatlán 2020-2022</b>	24III.4.
Instrumentos Normativos	24III.4.1.
<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</b>	24III.4.2.
<b>Ley de Transición Energética</b>	24III.4.3.
<b>Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento</b>	24III.4.4.
<b>Ley para el Fomento, Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del estado de Durango y sus Municipios</b>	25III.4.5.
<b>Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento</b>	25III.4.6.
<b>Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente</b>	26III.4.7.
<b>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental</b>	26III.4.8.
<b>Ley General de Vida Silvestre (LGVS)</b>	27III.4.9.
<b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</b>	28III.4.10.
<b>Normas Oficiales Mexicanas que regulan la preparación del área, construcción y operación del proyecto</b>	31III.5.
Zonas arqueológicas, sitios de valor histórico y centros ceremoniales indígenas	32III.6.
Referencias	34



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

Para la elaboración de este capítulo se revisaron una serie de documentos relativos a los ordenamientos ecológicos del territorio, planes de desarrollo, Leyes y Reglamentos Federales en materia ambiental y demás instrumentos de política ambiental que son aplicables, considerando el sitio del proyecto, así como la naturaleza de este.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, particularmente la vinculación de los instrumentos jurídicos ambientales estará enfocada en demostrar la viabilidad y compatibilidad jurídica del proyecto con aquellos ordenamientos, normas y disposiciones legales en general que resultan de observancia para el mismo.

En los siguientes apartados se realiza la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos, ordenamientos territoriales, decretos y programas relacionados con Áreas Naturales Protegidas, Normas Oficiales Mexicanas, así como instrumentos de planeación aplicables.

#### **III.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)**

Son instrumentos de la política ambiental que se conciben como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. Durante este proceso se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca alcanzar un mejor balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales a través de la vinculación entre los tres órdenes de gobierno, la participación activa de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

##### **III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**

Es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Tiene como propósito establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El programa de ordenamiento ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y

estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtiene la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le son asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI) para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Dentro de este Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio POEGT, se tiene que el proyecto se encuentra en la Región Ecológica 9.24, dentro de la Unidad Ambiental Biofísica No 14. Sierras y Llanuras de Durango, la cual se localiza en el Centro de Durango, como se muestra en la siguiente Figura.

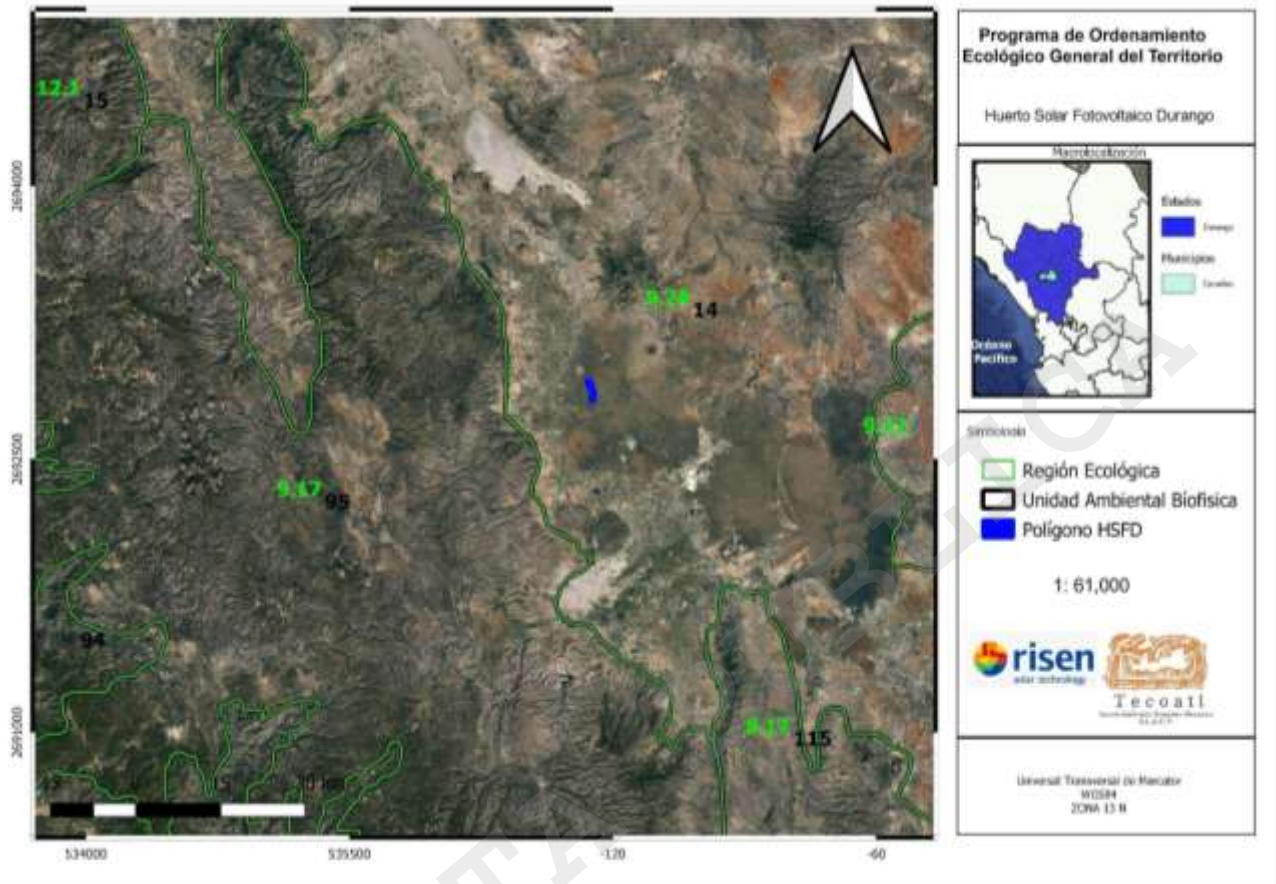
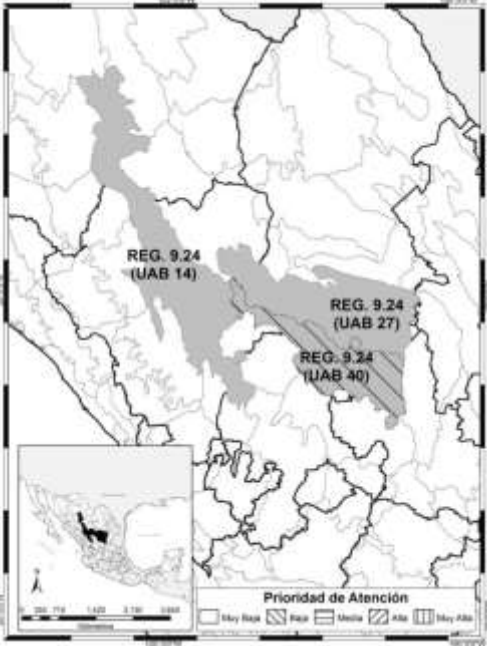


Figura III. 1. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo a la ubicación del proyecto, en el siguiente cuadro, se señalan las características generales que presentan en la unidad ambiental biofísica (UAB) que se involucra con las obras y/o actividades propuestas para su análisis y observancia.

Tabla III. 1. Unidad Ambiental Biofísica 14) Sierras y Llanuras de Durango.

	<b>Estado Actual del Medio ambiente 2008</b> 14. Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
	<b>Localización</b>	Centro-sur de Chihuahua, centro de Durango y noroeste de Zacatecas			
<b>Superficie en km</b>	43,933.92				
<b>Población</b>	920,790				
<b>Población Indígena</b>	Sin presencia				
<b>Escenario al 2033</b>	Inestable				
<b>Política ambiental</b>	Aprovechamiento sustentable				
<b>Prioridad de atención</b>	Muy Baja				
<b>Rectores del desarrollo</b>	<b>Coadyuvantes del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias sectoriales</b>	
Ganadería-Minería	Agricultura-Poblacional	Forestal	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44	

A continuación, se especifican las estrategias ecológicas que corresponden a la Unidad Ambiental Biofísica 14 “Sierras y Llanuras de Durango” y su vinculación con el proyecto.

Tabla III. 2. Estrategias de la UAB 14 y su vinculación con el proyecto “Huerto Solar Fotovoltaico Durango”.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con las obras y/o actividades del proyecto
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Para la ejecución de las obras y/o actividades del proyecto no se realiza el aprovechamiento de los recursos forestales, agrícolas o pecuarios, sin

	<p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>embargo, se generó una modificación al ecosistema por lo que se ejecutan medidas de compensación y restauración como son la reforestación, rescate de flora y fauna y así como la conservación de suelos.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	<p>En la ejecución de las obras y/o actividades del proyecto requirieron actividades de desmonte por lo que el ecosistema se ha visto afectado, por tal motivo se ejecutan medidas de compensación y mitigación como los mencionados en el punto anterior, además que durante la etapa de preparación y construcción no se utilizaron productos agroquímicos.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>	<p>El proyecto contempla la actividad reforestación y conservación de suelos como medida de compensación por los daños que pudiera causar la ejecución de la obra.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p>	<p>Las obras y/o actividades del proyecto forman parte de un proyecto global que en conjunto permitirán la reducción en el consumo de recursos naturales no renovables.</p>
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		<b>Vinculación con las obras y/o actividades del proyecto</b>
A) Suelo Urbano y Vivienda	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	<p>Con el proyecto se ha beneficiado de manera directa e indirecta con la generación de empleos a los habitantes de la región, mejorando así la calidad de vida en sus familias.</p>
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	<p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p> <p>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</p>	<p>La ejecución del proyecto ha dado apoyo al implementar el Programa de capacitación con los recursos existentes para la prevención y mitigación de contingencias</p>
C) Agua y Saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> <p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p>	<p>El proyecto garantiza la calidad y cantidad de agua mediante actividades de construcción de surcos rectos, franjas de contorno, reforestación, pastificación y escarificado.</p> <p>Con estas obras se pretende conservar el ecosistema y los</p>



	<p><b>29.</b> Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>procesos hidrológicos de la zona, así mismo, se han tomado las medidas de prevención y mitigación durante las etapas de preparación del sitio y construcción para evitar la contaminación y disminución del agua, mismas que darán continuidad durante la etapa operativa.</p>
<p>E) Desarrollo Social</p>	<p><b>33.</b> Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p><b>34.</b> Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p><b>35.</b> Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p><b>36.</b> 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.</p> <p><b>37.</b> Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p><b>38.</b> Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.</p> <p><b>40.</b> Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p><b>41.</b> Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	<p>Las actividades del proyecto en general, así como de las obras sujetas al proceso de regularización ha realizado la contratación de hasta 700 obreros durante las etapas constructivas de mayor actividad, lo cual ha impactado de manera positiva para una mejor calidad de vida para los trabajadores, así como para sus familias. Además de que para estas actividades se requieren de insumos, productos y servicios en algunos casos locales, por lo que su adquisición supone una derrama económica en la región coadyuvando en el desarrollo social.</p>



III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		Vinculación con las obras y/o actividades del proyecto
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La tenencia de las tierras tanto del parque solar en general como de las obras y/o actividades que competen al presente proyecto son de carácter social (ejidal) y privado; se cuenta con el Acta de Asamblea por medio de la cual el Ejido J. Guadalupe Aguilera otorga el permiso a Iberia Renovables Durango S. A. P. I. de C.V. y contratos de comodato para ejecutar las obras y/o actividades relativas al proyecto, así como de las sujetas a regularización (Anexo 1f),.

### III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango

El Ordenamiento Ecológico es un documento que contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región. El propósito de estos programas es lograr la protección del medio ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. El objetivo último es que, en el desarrollo de sus actividades, los diferentes sectores realicen un aprovechamiento sustentable que permita la conservación, preservación y protección de los recursos naturales de una región.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango está dirigido fundamentalmente a las entidades de gobierno; es un instrumento de planeación que tiene como propósito generar y promover políticas de uso del territorio bajo los principios de desarrollo sustentable. Esto es que generen desarrollo económico, equidad social y equilibrio ambiental. Estas políticas ambientales generales deberían orientar el uso del territorio mediante la formulación de leyes, reglamentos, programas y proyectos acordes con la vocación natural del suelo, a fin de revertir los procesos de deterioro del ambiente.

Dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango, se tiene que el proyecto se encuentra en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) No.179- Llanura aluvial 18 y No.183- Meseta con malpaís 1, como se muestra en la siguiente Figura.

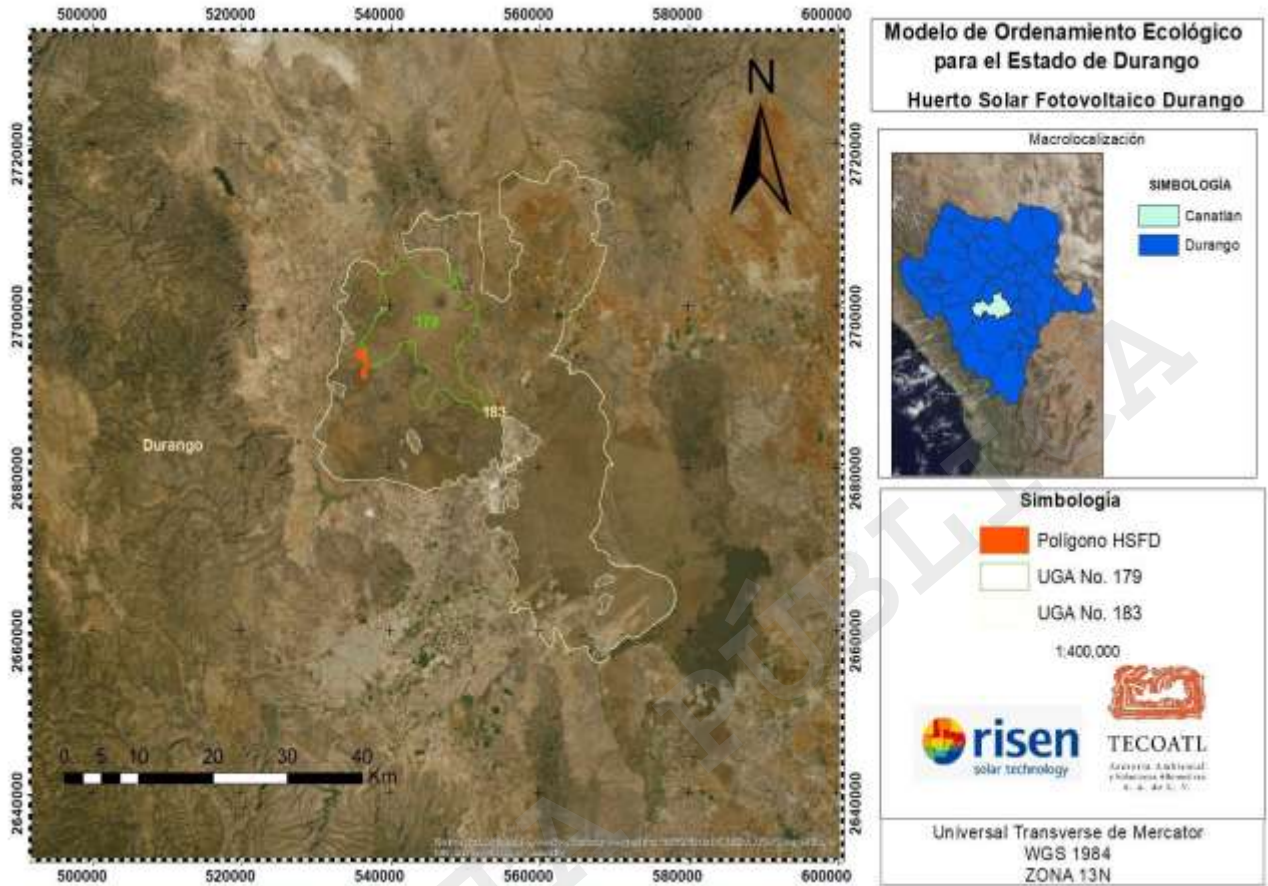


Figura III. 2. Ubicación del proyecto "Huerto Solar Fotovoltaico Durango" respecto al Modelo de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango.

De acuerdo a la ubicación del proyecto, en los siguientes cuadros, se presenta el diagnóstico, lineamientos y estrategia ecológica de cada una de las UGA's en que se inserta el proyecto, así como las obras y/o actividades sujetas a regularización.

Tabla III. 3 UGA No. 179 – Llanura aluvial 18


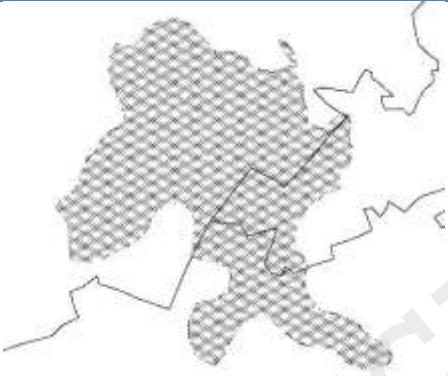

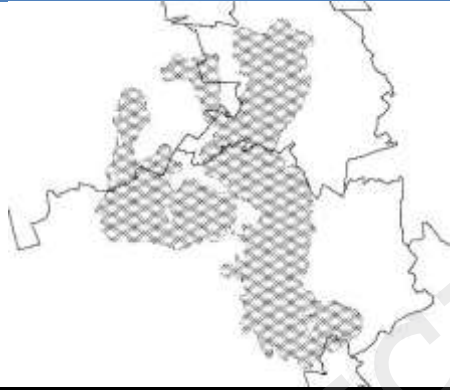
	
<b>Diagnóstico y lineamientos</b>	
<p><b>Superficie:</b> 155.6 Km<sup>2</sup>  <b>Coordenadas extremas:</b>                  Xmax: 554063 Xmin: 536063                  Ymax: 2705210 Ymin: 2687010  <b>Municipios que comprende:</b> Canatlán; Durango; Pánuco de Coronado  <b>Cobertura del suelo (Km<sup>2</sup>):</b> Agricultura de Temporal: 11.53; Agricultura de Riego: 0.3; Asentamientos Humanos: 0.35; Matorral Crasicaule: 63.92; Pastizal Halófilo: 1.57; Pastizal Inducido: 14.85; Pastizal Natural: 55.72; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule: 7.37  <b>Tipo de suelo (Km<sup>2</sup>):</b> Feozem lúvico: 25,38; Litosol: 27,11; Regosol calcárico: 15,84; Regosol éutrico: 44,11; Vertisol crómico: 0,96; Vertisol pélico: 3,95; Xerosol háplico: 22,3; Xerosol lúvico: 15,97  <b>Litología superficial (Km<sup>2</sup>):</b> Suelo: 0.43; Ígnea extrusiva: 155.17  <b>Altitud (msnm):</b> Cota máxima: 2209; Cota mínima: 1889  <b>Rangos de pendiente (Km<sup>2</sup>):</b> Plana (0° a 1°): 84,46; Ligeramente suave (1° a 3°): 59,09; Suave (3° a 5°): 5,4; Moderada (5° a 15°): 4,81; Fuerte (Mayor a 15°): 1,8</p>	<p><b>Localidades y población:</b> Población Total: 261 habitantes; Localidad con población máxima: Doctor Francisco Castillo Nájera  <b>Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta):</b> 143,5 Km<sup>2</sup>  <b>Ecosistemas vulnerables:</b> Sin identificar  <b>Impacto ambiental potencial (Vegetación susceptible de cambio):</b> Pastizal Natural; Matorral; Pastizal Inducido  <b>Aptitudes sectoriales:</b>  <i>Agricultura de Riego:</i> Media: 22%; Baja: 58%; Restricción: 20%  <i>Agricultura de Temporal:</i> Media: 24%; Baja: 69%; Restricción: 7%  <i>Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey:</i> Baja: 41%; Restricción: 59%  <i>Conservación de la Biodiversidad:</i> Media: 100%  <i>Explotación Pecuaria Bovina:</i> Alta: 90%; Media: 10%</p>
<b>Estrategia Ecológica</b>	
<p><b>Política ambiental:</b> Restauración  <b>Usos a promover:</b> Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina  <b>Lineamiento ambiental:</b> Los usos a promover en la UGA se desarrollan bajo esquemas y acciones que tiendan a recuperar la integralidad de los ecosistemas afectados por la erosión.  <b>Criterios de regulación ecológica:</b> AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; BIO01; GAN02; GAN03; GAN04; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; FNM08; URB01; URB02; URB03; URB04; URB05; URB06; URB07; URB09</p>	

Tabla III. 4 UGA No. 183– Meseta con malpaís 1

	
<b>Diagnóstico y lineamientos</b>	
<p><b>Superficie:</b> 1196.77 Km<sup>2</sup>  <b>Coordenadas extremas:</b>                  Xmax: 578363 Xmin: 529763                  Ymax: 2717810 Ymin: 2655910  <b>Municipios que comprende:</b> Canatlán; Durango; Nombre de Dios; Pánuco de Coronado  <b>Cobertura del suelo (Km<sup>2</sup>):</b> Agricultura de Temporal: 200.99; Agricultura de Riego: 13.56; Asentamientos Humanos: 0.11; Bosque de Encino: 1.53; Cuerpo de Agua: 3.51; Matorral Crasicaule: 390.97; Pastizal Halófilo: 59.58; Pastizal Inducido: 81.01; Pastizal Natural: 343.44; Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino: 7.75; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule: 88.05; Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural: 4.26; Zona Urbana: 2.01  <b>Tipo de suelo (Km<sup>2</sup>):</b> Feozem calcárico: 2,2; Feozem háplico: 73,47; Feozem lúvico: 31,13; Gleysol vértico: 6,41; Litosol: 385,92; Planosol mólico: 1,3; Planosol solódico: 0,27; Regosol calcárico: 0,95; Regosol eútrico: 153,72; Rendzina: 0,56; Solonetz órtico: 22,03; Vertisol crómico: 186,45; Vertisol pélico: 87,97; Xerosol cálcico: 9,08; Xerosol háplico: 76,59; Xerosol lúvico: 153,96  <b>Litología superficial (Km<sup>2</sup>):</b> Suelo: 46.23; Ígnea extrusiva: 1047.68; Sedimentaria: 102.86</p>	<p><b>Altitud (msnm):</b> Cota máxima: 2621; Cota mínima: 1830  <b>Rangos de pendiente (Km<sup>2</sup>):</b> Plana (0° a 1°): 578,88; Ligeramente suave (1° a 3°): 421,06; Suave (3° a 5°): 70,25; Moderada (5° a 15°): 90,24; Fuerte (Mayor a 15°): 36,18  <b>Localidades y población:</b> Población Total: 4343 habitantes; Localidades: 12; Localidad con población máxima: Pánuco de Coronado (1291 hab.)  <b>Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta):</b> 972,54 Km<sup>2</sup>  <b>Ecosistemas vulnerables:</b> Sin identificar  <b>Impacto ambiental potencial (Vegetación susceptible de cambio):</b> Pastizal Natural; Matorral; Pastizal Inducido; Agricultura  <b>Aptitudes sectoriales:</b>  <i>Agricultura de Riego:</i> Alta: 3%; Media: 25%; Baja: 42%; Restricción: 30%  <i>Agricultura de Temporal:</i> Media: 27%; Baja: 58%; Restricción: 15%  <i>Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey:</i> Baja: 33%; Restricción: 67%  <i>Conservación de la Biodiversidad:</i> Media: 100%  <i>Explotación Pecuaria Bovina:</i> Alta: 71%; Media: 24%; Baja: 5%</p>
<b>Estrategia Ecológica</b>	
<p><b>Política ambiental:</b> Restauración  <b>Usos a promover:</b> Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina  <b>Lineamiento ambiental:</b> Los usos a promover en la UGA se desarrollan bajo esquemas y acciones que tiendan a recuperar la integralidad de los ecosistemas afectados por la erosión.  <b>Criterios de regulación ecológica:</b> AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; BIO01; GAN02; GAN03; GAN04; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; FNM08; URB08</p>	

Se denomina Criterios de Regulación Ecológica una serie de normas, reglas o recomendaciones 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. A

continuación, se especifican los Criterios de Regulación ecológica de las Unidades de Gestión ambiental 179 y 183 y su vinculación con el proyecto.

Tabla III. 5. Vinculación del proyecto con los Criterios de regulación ecológica de la UGA 179 y 183.

Clave	Criterio	Vinculación con las obras y/o actividades del proyecto
<b>AGRICULTURA</b>		
AGR01	Evitar el uso de sistemas de riego agrícola en base a agua rodada.	No aplica
AGR02	Desincentivar el uso de herbicidas y plaguicidas químicos, fomentando entre los productores el control biológico de plagas agrícolas.	No aplica
AGR03	En los proyectos agrícolas se debe fomentar el uso o implementación de eco técnicas agrícolas, que incluyan la implementación de agricultura orgánica y protegida, labranza cero y el uso de abonos orgánicos.	No aplica
AGR04	Se deberán promover el establecimiento de barreras arbóreas, de especies nativas o de la región, en los límites perimetrales de las zonas agrícolas, las cuales preferentemente se ubicarán perpendicularmente a la dirección del viento.	Para mitigar los impactos se contempla la reforestación con especies arbóreas de la región
<b>APROVECHAMIENTO FORESTAL NO MADERABLE</b>		
FNM08	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.	No aplica
<b>CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>		
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	Para dar cumplimiento a este criterio se ejecutan actividades de concientización sobre el cuidado del entorno a los trabajadores del proyecto. Así mismo, se han efectuado labores de reintroducción de flora y fauna nativa mediante actividades de reforestación, así como rescate de flora y fauna silvestre que han sido desplazadas o afectadas por las obras y/o actividades del proyecto.
<b>EXPLOTACIÓN PECUARIA</b>		
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua	No aplica



GAN03	Se debe fomentar la incorporación de material orgánico y abonos verdes a los procesos de fertilización del suelo en las unidades de producción pecuaria donde existan pérdidas de fertilidad del mismo por salinización, basificación o pérdida de la materia orgánica	No aplica
GAN04	Se deberán fomentar las prácticas de resiembra y revegetación en partes degradadas, que mejoren los pastos naturales con las especies originales de la zona.	Como medida de mitigación de los impactos que se pudieran generar por el establecimiento del proyecto se contempla la reforestación con especies arbóreas nativas, por lo que no se introducirán especies exóticas en las áreas a reforestar
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).	
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No aplica
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No aplica
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No aplica
<b>URBANO</b>		
URB01	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá ser acorde a la	No aplica



	disponibilidad de servicios que garanticen la calidad de vida de los pobladores y la exclusión de riesgos al medio ambiente.	
URB02	No se deberán fomentar nuevos centros de población en áreas de protección y conservación y sus zonas aledañas, conforme al presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	El presente proyecto no se encuentra dentro de alguna Área de Protección ni de Conservación.
URB03	Se deberá promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos.	No aplica
URB04	Los asentamientos urbanos y las zonas naturales deberán protegerse de la contaminación y riesgo industrial, incorporando barreras naturales que conformen corredores con franjas anchas de especies vegetales nativas de amplia cobertura de copa y de tallas considerables, que funjan como filtros naturales de la contaminación urbana.	Para mitigar los impactos se contempla la reforestación con especies arbóreas de la región.
URB05	Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos, la construcción se deberá desarrollar preferentemente en terrenos con pendientes menores al 30%.	La mayoría del proyecto y obras de regularización cuenta con pendiente promedio de 2.5 °, el proyecto está relativamente lejos de las viviendas, y se ejecutan prácticas mecánicas para la conservación del suelo como son la reforestación y construcción de presas.
URB06	Para la definición de nuevas reservas territoriales para los asentamientos humanos, se deberá tomar en cuenta los proyectos de desarrollo urbano y el Programa de Ordenamiento Ecológico, así como la infraestructura existente.	No aplica
URB07	No se fomentará el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas aledañas a parques industriales o zonas potencialmente expuestas a catástrofes naturales.	No aplica
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	No aplica
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el	En cumplimiento a este criterio, durante las actividades de preparación del sitio y construcción se han colocado baños portátiles a

	manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	razón de 1 por cada 15 trabajadores y por sexo, así mismo cuenta con una empresa especializada para el mantenimiento de los mismos, así como para el manejo y disposición final de los residuos.
--	---	--

En conclusión, las UGA's 179 y 183 permiten el establecimiento del proyecto, siempre y cuando no se comprometa la biodiversidad, no se provoque la erosión de los suelos ni se obstruya o modifique corriente de aguas superficiales.

El establecimiento del proyecto en esta área conlleva al terreno que ocupa a una condición más redituable que el uso que tiene actualmente generando fuentes de empleo en el medio rural, mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores, así como la de los pobladores de las localidades cercanas contribuyendo a mitigar la pobreza en la región que es una prioridad del Gobierno Local, Estatal y Federal.

### **III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.**

#### **III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)**

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

De acuerdo con el artículo 46 de la LGEEPA, se consideran Áreas Naturales Protegidas: Reservas de la Biosfera; Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, Zonas de Conservación Ecológica municipales y Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

Estas áreas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según su categoría establecida en la Ley.

Para el estado de Durango se encuentran cuatro Áreas Naturales Protegidas, las cuales se denominan:

1. Mapimí localizada en los municipios de Tlahualilo y Mapimí.
2. La Michilía localizada en los municipios de Súchil y Mezquital.
3. Sierra de Órganos localizada en los municipios de Sombrerete y Vicente Guerrero
4. Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit que Abarca 4 municipios de Aguascalientes, 30 de Jalisco, 5 de Durango, 16 de Nayarit y 22 de Zacatecas

Con relación al presente apartado, la ejecución del proyecto no alterará y/o afectará en su entorno alguna área natural protegida ubicada en el estado de Durango, esto, debido a que la ubicación del proyecto no interviene dentro del territorio establecido de alguna de las áreas naturales protegidas existentes en el estado; por lo tanto, en lo que se refiere a áreas naturales protegidas, el proyecto no presenta inconveniente legal alguno para su ejecución.

En la Figura III. 3, se puede corroborar lo antes mencionado:

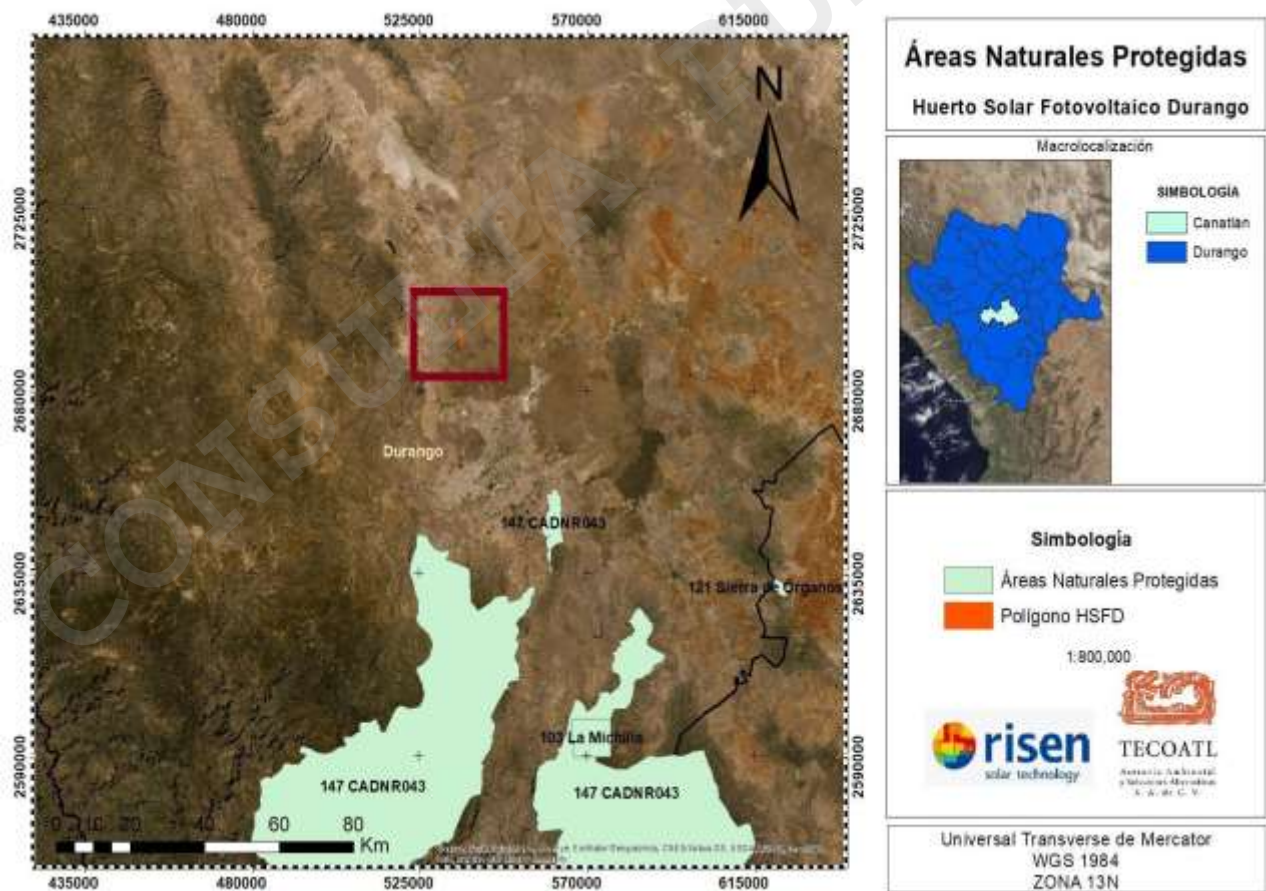


Figura III. 3. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

### **III.2.2. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)**

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

La ficha de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, publicación que representa la culminación de la primera fase de trabajo del proyecto en México, algunos de sus propósitos son:

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

El proyecto no se encuentra ubicado en alguna de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), siendo la más cercana la AICA Santiaguillo (Figura III.4).



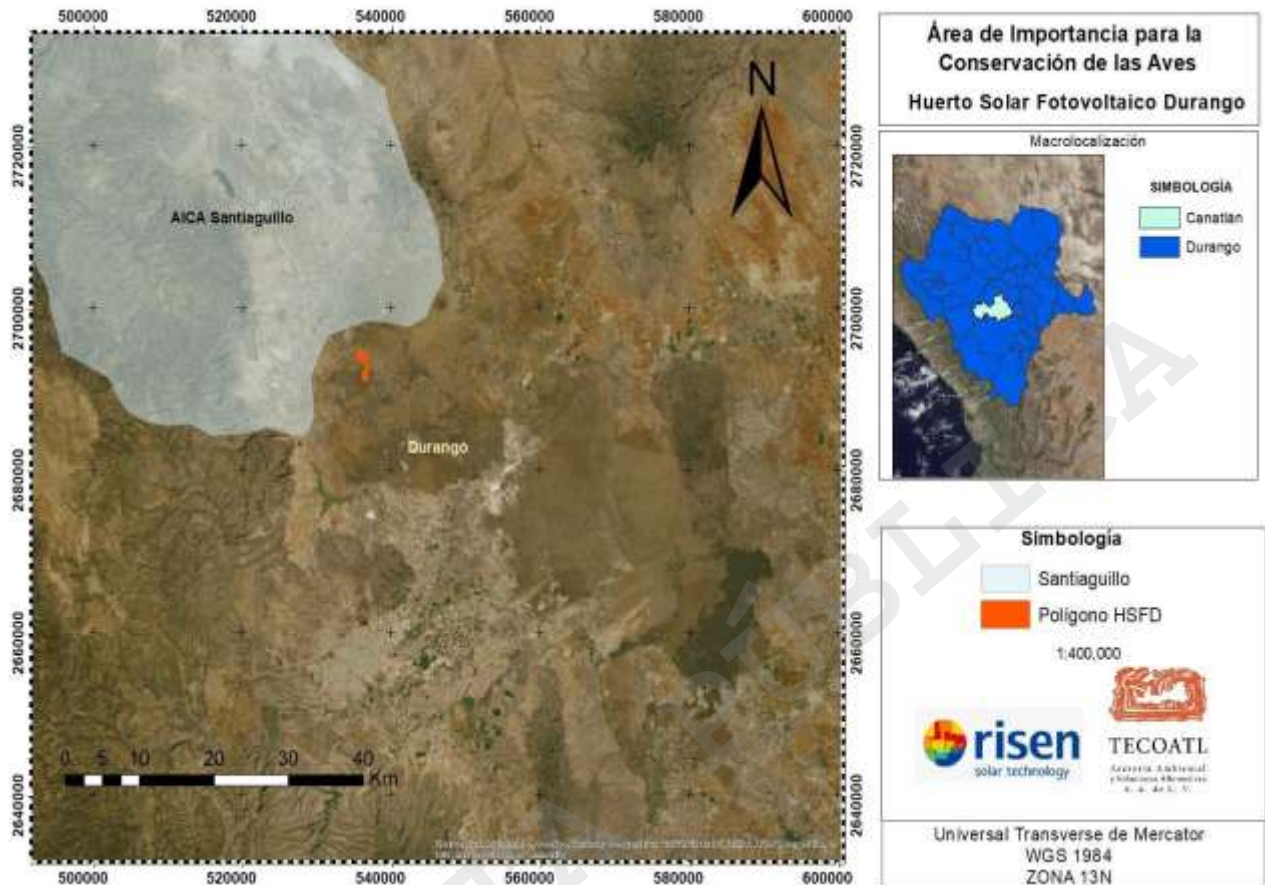


Figura III. 4. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

### III.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

De acuerdo con los límites marcados por la CONABIO para la regionalización de las RHPs, el estado de Durango presenta 9 RHPs encontrándose el proyecto al interior de RHP No 40, identificada como Río Nazas en la parte centro – sur, para lo cual se presenta la vinculación del proyecto con los lineamientos y criterios de regulación de esta región.

## Vinculación del proyecto con los criterios establecidos en la Región Hidrológica Prioritaria No. 40 Río Nazas

El proyecto se localiza en la **RHP No. 40 Río Nazas**: esta región tiene una extensión de 35,036.86 km<sup>2</sup>, localizada en el estado de Durango. Los recursos hidrológicos principales, así como sus principales características o problemática se identifican de la siguiente manera:

**Polígono:** Latitud 26°32'24" - 23°57'36" N y Longitud 106°18'00" - 103°37'12" W

**Lénticos:** Presas Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, el Palmito y lago de Santiaguillo.

**Lóticos:** Ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco.

**Limnología básica:** cuenca baja alterada

**Geología/Edafología:** rodeada por las sierras de Tepehuanes, de la Candela, de las Canoas, Meseta de la Zarca, Bolsón de Mapimí y Valle de San Juan. Suelos tipo Regosol, Litosol, Feozem, Rendzina, Xerosol, Cambisol y Castañozem.

**Características varias:** climas semiseco semicálido, muy seco semicálido, seco templado, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 14-22°C. Precipitación total anual de 100-700 mm.

**Principales poblados:** Victoria de Durango, Gómez Palacio, Sta. María del Oro, Peñón Blanco, Sta. Catarina de Tepehuanes, Torreón, Nuevo Ideal, Canatlán y Santiago Papasquiari

**Actividad económica principal:** agropecuaria, industrial y acuícola

Indicadores de calidad de agua: ND

**Biodiversidad:** tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, encino-pino, tascate, matorral de manzanilla, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, vegetación acuática, semiacuática y ribereña. Fauna característica: de peces *Astyanax mexicanus*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Characodon lateralis*, *Chirostoma mezquital*, *Cyprinella alvarezdelvillari*, *C. lepida*, *Dionda episcopa*, *Etheostoma pottsii*, *Moxostoma austrinum*, *Pantosteus plebeius*. Todas estas especies se encuentran amenazadas. Especies endémicas de peces *Codoma ornata*, *Cyprinella garmani*, *Cyprinodon meeki*, *C. nazas*, *Gila conspersa*, *Gila sp.*, *Ictalurus pricei*, *Ictiobus sp.*, *Notropis chihuahua*, *N. nazas*, *Notropis sp.*, *Stypodon signifer*. Especies extintas: *Characodon garmani*, *Cyprinodon latifasciatus*, *Stypodon signifer*. La zona sirve de refugio para aves migratorias como patos y gansos y de anidación de *Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

**Aspectos económicos:** pesca de actividad agropecuaria, industrial y forestal. Recursos termoeléctricos.

### Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, desecación e incendios.



- Contaminación: por actividades agropecuarias, industriales y descargas urbanas.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, los charales *Chirostoma consocium*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *C. sphyraena*, el pez blanco *Chirostoma estor*; la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y *O. mossambicus*. Cacería furtiva de aves acuáticas.

**Conservación:** preocupa la sobreexplotación de recursos hidráulicos, la deforestación y la contaminación. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

#### **Vinculación de la RHP No. 40 Río Nazas.**

La vinculación del proyecto con respecto a esta RHP, se explica de acuerdo a lo siguiente; el área del proyecto se ubica en la parte sur de la RHP en mención a una altura promedio de 1,931 msnm. En este sentido el proyecto no contempla el desvío de corrientes de agua ni la construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas y riego, no obstante, en la etapa de preparación del sitio se realizó el desmonte y despalme de las áreas con autorización para el cambio de uso de suelo, lo que de acuerdo a los cálculos de erosión hídrica y eólica generará una pérdida de suelo, sin embargo para mitigar este efecto se proponen realizar el Programa de compensación ambiental que incluye la reforestación con especies nativas de la región y la construcción de presas filtrantes. Con estas medidas se considera que el proyecto no contribuirá con estas problemáticas.

Referente a la problemática de contaminación de esta RHP el promovente se apega a las legislaciones ambientales aplicables, así como las que determine la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Por la naturaleza del proyecto, no se contempla la explotación o aprovechamiento de la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, los charales *Chirostoma consocium*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *C. sphyraena*, el pez blanco *Chirostoma estor*; la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y *O. mossambicus*. Cacería furtiva de aves acuáticas. Por lo que el proyecto no contribuirá con esta problemática.

### **III.3. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)**

#### **III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**

El desarrollo del presente proyecto es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el cual marca en el capítulo III. Economía, la importancia del rescate al sector energético y menciona que, la nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país.

Bajo estos criterios el proyecto favorece y fortalece las políticas del Plan Nacional de Desarrollo, cumpliendo con el objetivo de impulsar el desarrollo sostenible mediante la producción de energía con fuentes renovables.

#### **III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED), Durango.**

El Plan Estatal de Desarrollo constituye el inicio de un proceso permanente para alcanzar el tan anhelado desarrollo en el que se plasman los objetivos, estrategias y líneas de acción que la Administración Pública Estatal establece para dar cumplimiento a las metas propuestas por este Gobierno.

Durango históricamente ha enfrentado grandes rezagos en materia económica, durante los últimos años se comenzó a crear unas series de infraestructuras la cual incluye las infraestructuras eléctricas que sirve como plataforma para un crecimiento más acelerado, y que permite revertir los rezagos que históricamente ha enfrentado el estado, como la marginación, la pobreza y los bajos niveles de ingreso.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 es el medio por el cual se propone alcanzar las metas y los fines de una sociedad que demanda vivir en paz, trabajar, convivir y rescatarse a sí misma como una comunidad de valores democráticos y éticos y está constituido de 4 Ejes Rectores surgidos de la demanda popular, que direccionan el rumbo para alcanzar un desarrollo integral con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que permitan lograr un Gobierno innovador, transparente, eficaz y eficiente. Los cuatro Ejes Rectores son:

Eje 1. Transparencia y Rendición de Cuentas.

Eje 2. Gobierno con Sentido Humano y Social.

Eje 3. Estado de Derecho.

Eje 4. Desarrollo con Equidad.

En este sentido el PED se vincula con el proyecto cumpliendo con los siguientes ejes:

Unos de los principales retos que tiene la presente administración es el combatir los rezagos estructurales que presentan las comunidades rurales como lo es la falta de electrificación, en este sentido el proyecto se vincula con el Eje 2 Gobierno con sentido humano y social, bajo los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción:

Tabla III. 6. Eje 2 del Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022(PED), Durango.

<b>Eje 2 Gobierno con sentido humano y social</b>		
<b>Desarrollo social con inclusión y equidad</b>		
<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Líneas de acción</b>
1. Apoyar el desarrollo de grupos vulnerables generando condiciones y oportunidades de acceso a bienes y servicios.	1.4. Reducir los rezagos de los servicios básicos y de espacios públicos en beneficio de las comunidades con mayor población vulnerable.	Disminuir los rezagos en los servicios básicos mediante la construcción y mejoramiento de obras de agua potable, drenaje y energía eléctrica.
2. Contribuir al desarrollo integral de las comunidades con mayores carencias sociales.	2.2. Mejorar la calidad y espacios de la vivienda en las poblaciones en pobreza extrema, rezago social y/o vulnerabilidad.	Incentivar el uso de materiales ecológicos y ecotecnologías que promuevan la sustentabilidad del entorno.
9. Contribuir a que los habitantes de las comunidades indígenas superen el aislamiento y dispongan de bienes y servicios para su desarrollo integral.	9.1. Diseñar políticas públicas integrales para atender las prioridades de los grupos indígenas.	Ampliar la cobertura de servicios básicos, así como la calidad y espacios de la vivienda.

En materia de energías renovables, la entidad cuenta con gran potencial de desarrollo, gracias a su elevada intensidad solar que se mantiene por lo menos en 295 días durante el año (el triple de intensidad solar que el promedio internacional), además cuenta con regiones en las cuales se tiene el recurso para generar energía eólica y dispone de abundantes fuentes de biomasa provenientes de los hatos lecheros, desechos forestales y agrícolas; en este sentido el proyecto se vincula con el Eje 4 Desarrollo con Equidad, bajo los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción:

Tabla III. 7. Eje 4 del Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022(PED), Durango.

<b>Eje 4 Desarrollo con Equidad</b>		
<b>Medio ambiente</b>		
<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Líneas de acción</b>
8. Impulsar el desarrollo sustentable de los recursos naturales con criterios de productividad, calidad y competitividad.	8.2 Promover el cuidado al medio ambiente y la implementación de acciones de mitigación y adaptación que permitan hacer frente al cambio climático.	Impulsar el uso de energías renovables contribuyendo con esto la mejora de los niveles de contaminación atmosférica

### **III.3.3. Plan de Desarrollo Municipal de Canatlán 2020-2022**

Actualmente el municipio de Canatlán; Durango no cuenta con un Plan de Desarrollo Municipal, por lo que no se cuenta con una base para vincular al proyecto, así como sus obras y/o actividades sujetas a regularización con los objetivos, estrategias y líneas de acción acordes al desarrollo del municipio.

### **III.4. Instrumentos Normativos**

#### **III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su Artículo 4° establece que: *"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley."*

El proyecto no incumple el contenido del Artículo 4° constitucional, en virtud de que con su realización no impide a ninguna persona el derecho fundamental al medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Tanto para el desarrollo del proyecto en general como de las obras y actividades sujetas a regularización, se han ejecutado las medidas y programas para garantizar el cuidado del ambiente y cumplir con la disposición constitucional y el marco jurídico que deriva de la misma.

#### **III.4.2. Ley de Transición Energética**

Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. de acuerdo al artículo 3 fracción XVI se entenderá por Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Entre las fuentes que se consideran de Energías Renovables se encuentra la radiación solar, en todas sus formas. En este sentido el proyecto se considera de energía renovable y limpia por lo que se tomaran todas las consideraciones establecidas en dicha Ley.

#### **III.4.3. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y su Reglamento**

Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

## Artículo 2°

El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. El Reglamento de esa Ley establecerá los criterios específicos de utilización de las distintas fuentes de energías renovables, así como la promoción para la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias para su aprovechamiento.

### III.4.4. Ley para el Fomento, Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del estado de Durango y sus Municipios

Esta Ley tiene por objeto establecer las bases generales para fomentar la sustentabilidad energética y promover el aprovechamiento, el desarrollo, y la inversión de las energías renovables, mediante su uso óptimo en todos los procesos y actividades, desde la explotación hasta el consumo, con el fin de ser un instrumento para la competitividad, la mejora de la calidad de la vida, la protección y la preservación del ambiente, así como el desarrollo humano sustentable en el Estado de Durango y sus Municipios.

Para el establecimiento del proyecto se han celebrado acuerdos y convenios con el Ejecutivo Federal y con otras Entidades Federativas, para promover acciones de apoyo al desarrollo industrial para el aprovechamiento de las energías renovables y establecer regulaciones de uso del suelo y de construcciones, que tomen en cuenta los intereses de los propietarios o poseedores de terrenos para el aprovechamiento de las energías renovables cumpliendo lo establecido en el Artículo 2 de esta Ley.

### III.4.5. Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento

Esta ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de energía eléctrica y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad.

El proyecto se vincula con esta ley en el Artículo 4 donde la prestación del servicio público de energía eléctrica comprende:

- I.- La planeación del sistema eléctrico nacional;
- II.- La generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica, y;
- III.- La realización de todas las obras, instalaciones y trabajos que requieran la planeación, ejecución, operación y mantenimiento del sistema eléctrico nacional.

En el artículo 20 donde se estable que las obras e instalaciones eléctricas necesarias para la prestación del servicio público de energía eléctrica, se sujetarán a las especificaciones que expida la

Comisión Federal de Electricidad y que aprueba la Secretaría de Energía y a la inspección periódica de dicha Dependencia

El proyecto se vincula con el Reglamento de esta Ley en el Artículo 6, ya que sólo con autorización de la Secretaría, podrá el suministrador llevar a cabo las obras para la prestación del servicio público.

#### **III.4.6. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; preservar, restaurar y mejorar el ambiente; preservar y proteger la biodiversidad, preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable el suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

El presente proyecto subsanara el incumplimiento con lo establecido en el Artículo 28, Fracción I y VII de la Ley General de Equilibrio y Protección al Ambiente, el cual menciona que para este tipo de proyecto se requiere de la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental para su posterior autorización por parte de la SEMARNAT.

Del mismo modo, y para subsanar el incumplimiento al Artículo 30 de la misma ley, el proyecto que se somete a consideración de la autoridad requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, mediante el procedimiento que emplea la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de una manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, la cual incluye una descripción de los posibles efectos sobre los ecosistemas relevantes que pudieran verse afectados por las obras y actividades del proyecto; considerando sus implicaciones ambientales y la propuesta de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

#### **III.4.7. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental**

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su capítulo II, Artículo 5 en el inciso K) Industria eléctrica, quedan sujetas a Evaluación de Impacto Ambiental, por lo tanto, este estudio tiene el objetivo de subsanar el incumplimiento al reglamento a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Así mismo en cumplimiento al Artículo 44 que se refiere a que la Secretaría deberá considerar los siguientes puntos al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental:



I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Por lo anterior, la presente manifestación de Impacto Ambiental, con el objetivo de subsanar los incumplimientos realizados y alinearse con lo establecido en el artículo en cita, ha considerado todos los efectos ocasionados, así como los que pudieran presentarse en etapas posteriores en el ecosistema en el cual se desarrolla el proyecto. Aunado a lo anterior, se ha considerado la implementación de las medidas preventivas y de mitigación para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Asimismo, serán consideradas aquellas medidas adicionales que resulten necesarias y que la autoridad ambiental dictamine en el caso de ser favorable la resolución para el proyecto.

#### **III.4.8. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)**

El objeto de la LGVS es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, a fin de lograr la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la nación ejerce su jurisdicción. Asimismo, en el Artículo 5 de esa ley, se menciona que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

En este sentido se vincula directamente con esta ley, toda vez que el proyecto global, así como las áreas sujetas a regularización se ubican en una región con como Pastizal Natural, Matorral Crasicaule y Pastizal Inducido sin poner en peligro ninguno de estos ecosistemas considerando su amplia distribución en el norte del País. Además, en el Artículo 58 de esta Ley, se indican las condiciones de las especies y poblaciones en riesgo como:

**a) Peligro de extinción:** aquellas cuyas áreas de distribución o el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente, lo que pone en riesgo su viabilidad biológica en

su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros

**b) Amenazadas:** aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones

**c) Sujetas a protección especial:** aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, lo que determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas

En este sentido, el proyecto se vincula con el capítulo mencionado anteriormente, ya que éste no se realiza en un área de hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre, de acuerdo con los criterios que así lo establecen. Asimismo, en apega con las disposiciones de la Ley, el Proyecto no realizara ningún aprovechamiento de vida silvestre; derivado de los resultados obtenidos de los muestreos en campo realizados para el sitio del proyecto así como de los recorridos de verificación del estado actual de las áreas del proyecto, se identificaron especies incluidas en el listado de especies prioritarias para la conservación y bajo alguna categoría de riesgo, motivo por el cual se implementa el Programa de rescate de fauna durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

#### **III.4.9. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La preparación del sitio, la construcción, así como la operación y mantenimiento del proyecto deriva en la generación de residuos de diversas características, como son: residuos vegetales, pedacería de concreto, papel, cartón, vidrio, metal, colillas de soldadura, residuos de pintura, material impregnado con grasas y aceites, etc. El manejo y gestión de los residuos del proyecto se realizan en apego al Programa de Vigilancia Ambiental, instrumento mediante el cual se da cumplimiento a los Artículos 16,18,19 y 20, para clasificar los diferentes residuos, y con el objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente y factores enmarcados en el Artículo 21.

Para el cumplimiento de los Artículos 40, 41,42, 54 de la presente Ley y con el fin de dar un manejo adecuado y seguro a los residuos peligrosos generados se implementaron acciones de identificación, clasificación y manejo adecuado de los residuos generados durante las diversas actividades manifestadas acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición en seguimiento con las actividades establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto.

Para dar cumplimiento se contrató a una empresa prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de residuos peligrosos que se encuentre debidamente autorizada por las autoridades competentes. Así mismo, la promovente se cerciora de que dicha empresa cuente con todas las licencias y permisos vigentes y en orden, y que la disposición de los residuos se realice en un sitio debidamente autorizado.

En cuanto al manejo interno de residuos peligrosos se refiere, se identificaron y se evitó la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química, misma que pueda provocar efectos en la salud el ambiente o los recursos naturales.

#### **III.4.10. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**ARTÍCULO 69.** Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

**ARTÍCULO 93.** La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos 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. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

**ARTÍCULO 98.** Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

**ARTÍCULO 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;

II. Lugar y fecha;

III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y

IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que

acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

**ARTÍCULO 121.** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georreferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;

XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y

XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

El presente proyecto se lleva a cabo, cumpliendo con los artículos 93 y 98 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que las áreas con vegetación forestal afectadas contaban previamente con las autorizaciones para la realización del cambio de uso de suelo correspondientes.

### III.4.11. Normas Oficiales Mexicanas que regulan la preparación del área, construcción y operación del proyecto

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto, así como con las obras y/o actividades sujetas a regularización, normas que rigen los procesos y actividades que se desarrollan en la preparación, construcción y operación del presente proyecto, las cuales serán de plena observancia.

Tabla III. 8. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto y con las obras y/o actividades del proyecto.
<b>NOM-002-SEMARNAT-1996.</b> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Durante las actividades de construcción se tiene la generación de aguas residuales de tipo sanitario, para ello se cuenta con la contratación de gestores autorizados para la colocación de sanitarios portátiles quienes son los responsables del manejo y disposición final de dichas aguas residuales.
<b>NOM-041-SEMARNAT-2015.</b> Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de vehículos automotores de circulación que utilizan gasolina como combustible.	Se ejecuta un programa de mantenimiento preventivo de vehículos de los contratistas que utilicen gasolina. Además de dar cumplimiento con la verificación vehicular.
<b>NOM-045-SEMARNAT-2017.</b> Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Se aplica un programa de mantenimiento preventivo para las etapas de preparación del sitio y construcción, para los vehículos de los contratistas que utilizan diésel como combustible
<b>NOM-050-SEMARNAT-2018.</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	Los contratistas ejecutan un programa de mantenimiento preventivo vehicular, para disminuir los niveles de contaminación en el componente ambiental aire.
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos peligrosos que se generan en el proyecto son identificados, almacenados y dispuestos, por el contratista, de acuerdo a lo establecido en la Ley y Reglamento para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
<b>NOM-054-SEMARNAT-1993.</b> Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Los residuos son almacenados por el contratista de forma temporal, se utilizan en contenedores específicos y se realizan pruebas de incompatibilidad.

<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> 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.</p> <p><b>MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III,</b> Lista de especies en riesgo de 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-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.</p>	<p>El manejo de las especies y poblaciones en riesgo se lleva a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, considerando la elaboración y ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.</p>
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994,</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>Se ejecuta el programa de mantenimiento preventivo para las etapas de preparación del sitio y construcción, así mismo, se les solicita a las subcontratistas que los vehículos utilizados cuenten la verificación vehicular vigente para dar cumplimiento a la presente norma.</p>
<p><b>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.</b>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</p>	<p>Se establecen zonas con elementos impermeables en el suelo en los sitios de descanso de equipo y maquinaria, esto con la finalidad de evitar derrames de hidrocarburos por daño en camiones de acarreo de material o maquinaria de construcción que se utilizar para el desarrollo del proyecto.</p>
<p><b>NOM-005-STPS-1998.</b> Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.</p>	<p>Se realiza un manejo cuidadoso de las sustancias químicas utilizadas para el desarrollo del proyecto, así mismo se realiza la capacitación a los trabajadores sobre las precauciones de manejo de dichas sustancias.</p>
<p><b>NOM-017-STPS-2008.</b>Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</p>	<p>En el área del proyecto se supervisa que el personal cuente y haga uso del equipo completo de seguridad (casco, guantes, arneses etc.), así mismo, se realizan jornadas concientización al personal sobre la importancia del uso adecuado y cuidado del equipo de seguridad.</p>
<p><b>NOM-018-STPS-2015.</b> Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.</p>	<p>Se supervisa que las sustancias peligrosas utilizadas para el desarrollo del proyecto se encuentren debidamente identificadas y se realizan capacitaciones periódicas al personal sobre la adecuada identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias peligrosas en su centro de trabajo.</p>

### III.5. Zonas arqueológicas, sitios de valor histórico y centros ceremoniales indígenas

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) tiene la atribución y responsabilidad conferida sobre los Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, de la conservación, la investigación de la cultura y difusión del patrimonio cultural; tiene bajo su resguardo un total de 193 zonas arqueológicas y una paleontológica.

La Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural, tiene como objetivo conservar los valores materializados en bienes tangibles e intangibles, en los que se concreta un legado no renovable de México a la Humanidad. Sus funciones son las de proteger, restaurar, conservar y catalogar los sitios y monumentos de propiedad federal de valor artístico e histórico.



Dentro del área del proyecto y obras de regularización, no se encuentra ningún sitio histórico, zona arqueológica o centro ceremonial indígena, por lo cual, el presente, no producirá impactos a este tipo de inmuebles.

### III.6. Referencias

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2020). Áreas Naturales Protegidas decretadas. [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos\\_anp.htm](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm)

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2020). Listado de las Áreas Naturales Protegidas de México (LISTANP). <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/>

Cultura (2020). Dirección General de Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural. <https://www.cultura.gob.mx/monumentos/>

Gobierno de la República (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_080520.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_080520.pdf)

Gobierno de la República. (2019). México: Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. <https://presidente.gob.mx/plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024/>

Gobierno del Estado de Durango (2016). Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022. <http://www.durango.gob.mx/plan-16-22/>

Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (2019). Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles. <https://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consultaPublica>

Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (2019). Lugares INAH. La Ferrería. [https://lugares.inah.gob.mx/es/zonas-arqueologicas/zonas/1701-la-ferrer%C3%ADa.html?lugar\\_id=1701](https://lugares.inah.gob.mx/es/zonas-arqueologicas/zonas/1701-la-ferrer%C3%ADa.html?lugar_id=1701)

Ley de Transición Energética. 24 de diciembre de 2015 D.O.F.

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Última reforma publicada 09 de abril de 2012. D.O.F.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada 19 de enero de 2018. D.O.F.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada 05 de junio de 2018. D.O.F.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada 22 de mayo de 2015. D.O.F.

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Última reforma publicada 12 de enero de 2012. D.O.F.

Ley para el Fomento, Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del Estado de Durango y sus Municipios. Última actualización 04 de julio de 2012 Periódico Oficial No. 1.

MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de 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-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. 14 de noviembre de 2019. D.O.F.

NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. 3 de junio de 1998. D.O.F.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. 02 de febrero de 1999. D.O.F.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2008. D.O.F.

NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. 09 de octubre de 2015. D.O.F.

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. 10 de junio de 2015. D.O.F.

NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. 07 de septiembre de 2005. D.O.F.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. 08 de marzo de 2018. D.O.F.

NOM-050-SEMARNAT-2018. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. 12 de octubre de 2018. D.O.F.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 23 de junio de 2006. D.O.F.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993. 22 de octubre de 1993. D.O.F.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna

silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010. D.O.F.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 13 de enero de 1995. D.O.F.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 10 de septiembre de 2013. D.O.F.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada 31 de octubre de 2014. D.O.F.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. Última reforma publicada 31 de octubre de 2014. D.O.F.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30 de noviembre de 2006. D.O.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG) <https://www.gob.mx/semarnat>

Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente Durango. (2016). Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango, 2016. <http://seigsrnyma.durango.gob.mx/bitacorama>

IBERIA RENOVABLES DURANGO S.A.P.I.  
DE C.V.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

## Capítulo IV

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.	8
IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde se establece el proyecto	8
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional	10
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR	10
IV.2.1.1 Aspectos Abióticos	10
IV.2.1.1.1 Clima	10
IV.2.1.1.1.1 Precipitación	11
IV.2.1.1.1.2 Temperatura	12
IV.2.1.1.1.3 Evaporación	13
IV.2.1.1.1.4 Granizadas, Nieblas y Tormentas Eléctricas	14
IV.2.1.1.1.5 Vientos (Dirección y Velocidad)	15
IV.2.1.1.1.5.1 Dirección del Viento	15
IV.2.1.1.1.5.2 Velocidad del Viento	17
IV.2.1.1.1.6 Posibilidad de fenómenos naturales	17
IV.2.1.1.2 Geología	18
IV.2.1.1.2.1 Geología Superficial	19
IV.2.1.1.2.2 Geología estructural	21
IV.2.1.1.2.3 Fallas y Fracturas	21
IV.2.1.1.2.4 Geología del subsuelo	23
IV.2.1.1.2.5 Sismicidad	23
IV.2.1.1.2.6 Susceptibilidad a desplazamientos, derrumbes e inundaciones	24
IV.2.1.1.3 Fisiografía y topografía	26



IV.2.1.1.3.1	Exposiciones y pendientes	27
IV.2.1.1.3.2	Elementos Orográficos	29
IV.2.1.1.4	Tipo de Suelo	32
IV.2.1.1.4.1	Tipos de erosión presentes en el SAR y las posibles causas que originan.	44
IV.2.1.1.4.2	Estimación de la erosión hídrica en el SAR	48
IV.2.1.1.4.2.1	Factor de Erosividad de la lluvia (R)	48
IV.2.1.1.4.2.2	Erosionabilidad del suelo (ton/ha)	51
IV.2.1.1.4.2.3	Factor de longitud de la pendiente (Adimensional)	54
IV.2.1.1.4.2.4	Factor S grado de la Pendiente (Adimensional)	55
IV.2.1.1.4.2.5	Factor de manejo y cobertura C	56
IV.2.1.1.4.2.6	Factor por practicas de manejo (Adimensional)	60
IV.2.1.1.4.2.7	Erosión del suelo por tipo de cobertura vegetal	62
IV.2.1.1.4.3	Estimación de la erosión hídrica en el área del proyecto	73
IV.2.1.1.4.3.1	Factor de Erosividad de la lluvia (R)	73
IV.2.1.1.4.3.2	Erosionabilidad del suelo (ton/ha)	74
IV.2.1.1.4.3.3	L Factor de longitud de la pendiente (Adimensional) y S Factor de grado de la pendiente (Adimensional)	75
IV.2.1.1.4.3.4	Factor de manejo y cobertura C	76
IV.2.1.1.4.3.5	Factor por practicas de manejo (Adimensional)	77
IV.2.1.1.4.3.6	Análisis comparativo de la Erosión hídrica	78
IV.2.1.1.4.3.6.1	Escenario 1	78
IV.2.1.1.4.3.6.2	Escenario 2. Erosión una vez realizado el desmonte por tipo de cobertura vegetal	79
IV.2.1.1.4.3.6.3	Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo del área del proyecto en las condiciones actuales y una vez realizado el desmonte.	81

IV.2.1.1.4.4	Estimación de la erosión eólica dentro de la superficie del SAR	81
IV.2.1.1.4.4.1	Predicción de la Erosión Eólica	82
IV.2.1.1.4.4.2	Erosión Eólica por tipo de cobertura vegetal	84
IV.2.1.1.4.5	Estimación de la erosión eólica en el área del proyecto	93
IV.2.1.1.4.5.1	Predicción de la Erosión Eólica	93
IV.2.1.1.4.5.2	Análisis comparativo de la Erosión Eólica	94
IV.2.1.1.4.5.2.1	Escenario 1. Erosión eólica actual en el área del proyecto para los tipos de vegetación.	94
IV.2.1.1.4.5.2.2	Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto para cada tipo de vegetación.	95
IV.2.1.1.4.5.2.3	Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área del proyecto en condiciones actuales y una vez realizado el desmonte.	96
IV.2.1.1.5	Análisis comparativo de la erosión hídrica y eólica del área del Proyecto con la unidad de análisis (SAR).	97
IV.2.1.1.5.1	Estado de conservación del suelo	99
IV.2.1.1.6	Hidrología superficial y subterránea	99
IV.2.1.1.6.1	Hidrología superficial	99
IV.2.1.1.6.2	Hidrografía subterránea	103
IV.2.1.1.6.3	Estimación del Balance hídrico en el SAR	103
IV.2.1.1.6.3.1	Escurrimiento superficial	103
IV.2.1.1.6.3.2	Infiltración	114
IV.2.1.1.6.3.3	Evapotranspiración Potencial (ETP)	121
IV.2.1.1.6.3.4	Evapotranspiración Real (ETR)	124
IV.2.1.1.6.4	Estimación del Balance hídrico en el área del proyecto	128
IV.2.1.1.6.4.1	Escurrimiento superficial	128

IV.2.1.1.6.4.1.1	Escenario 1: Resultados del escurrimiento superficial en condiciones actuales.	128
IV.2.1.1.6.4.1.2	Escenario 2: Resultados del escurrimiento superficial estimado bajo el supuesto de realizar el desmonte.	129
IV.2.1.1.6.4.1.3	Escenario 3: En este apartado se hace la comparativa del escurrimiento superficial antes y después de ejecutar el proyecto.	131
IV.2.1.1.6.4.2	Infiltración	131
IV.2.1.1.6.4.2.1	Escenario 1: Valores de infiltración en condiciones actuales por tipo de vegetación.	132
IV.2.1.1.6.4.2.2	Escenario 2: Valores de infiltración bajo el supuesto de haber ejecutado el proyecto.	133
IV.2.1.1.6.4.2.3	Escenario 3: Comparativa de los valores de infiltración antes y después de ejecutar el proyecto.	134
IV.2.1.1.6.4.2.4	Análisis comparativo de la infiltración del área de proyecto con la unidad de análisis (SAR)	134
IV.2.1.1.6.4.3	Evapotranspiración Potencial (ETP)	138
IV.2.1.1.6.4.4	Evapotranspiración Real (ETR)	140
IV.2.1.1.6.4.4.1	Escenario 1: Resultados de la ETR en condiciones actuales.	140
IV.2.1.1.6.4.4.2	Escenario 2: Resultados de la ETR estimado bajo el supuesto de haber ejecutado el proyecto.	142
IV.2.1.1.6.4.4.3	Escenario 3: Comparativa del cálculo de la evapotranspiración real antes y después de ejecutar el proyecto.	143
IV.2.1.1.6.5	Resumen de Balance hídrico el en SAR y el área del proyecto	143
IV.2.1.2	Aspectos bióticos	145
IV.2.1.2.1	Vegetación Terrestre del SAR	145
IV.2.1.2.1.1	Diversidad florística encontrada en el SAR y proyecto (estatus respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010)	151

IV.2.1.2.1.2	Estimación del Índice de Riqueza, Diversidad y Valor de Importancia Ecológica (VIE) para las Especies de Flora dentro del SAR	152
IV.2.1.2.2	Vegetación terrestre en la superficie del proyecto.	159
IV.2.1.2.2.1	Diversidad florística, encontrada en el área del proyecto	159
IV.2.1.2.2.1.1	Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	159
IV.2.1.2.2.1.2	Red List de la IUCN	159
IV.2.1.2.2.1.3	Especies en CITES	159
IV.2.1.2.2.1.4	Especies endémicas y estatus de distribución	160
IV.2.1.2.2.2	Estimación de los índices de valor de importancia y los índices de diversidad para la flora registrada en las áreas del proyecto	160
IV.2.1.2.2.2.1	Pastizal inducido	160
IV.2.1.2.2.2.2	Matorral Crasicaule	165
IV.2.1.2.2.3	Curva de Acumulación de especies	169
IV.2.1.2.3	Fauna Silvestre del SAR	170
IV.2.1.2.3.1	Muestreo de mamíferos en campo	176
IV.2.1.2.3.2	Muestreo de Aves (Avifauna)	177
IV.2.1.2.3.3	Muestreo de anfibios y reptiles (Herpetofauna)	178
IV.2.1.2.3.4	Especies de importancia económica y cinegética	183
IV.2.1.2.3.5	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	183
IV.2.1.2.3.6	Consideraciones biogeográficas	184
IV.2.1.2.3.7	Rescate de fauna	184
IV.2.1.2.3.8	Análisis de la biodiversidad para las especies de fauna dentro del área del SAR	185
IV.2.1.2.4	Fauna silvestre en el área del proyecto	197
IV.2.1.2.4.1	Muestreo de vertebrados.	197

IV.2.1.2.4.2	Especies de importancia económica y cinegética	200
IV.2.1.2.4.3	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	200
IV.2.1.2.4.4	Análisis de la biodiversidad para las especies de fauna dentro de las áreas consideradas para el proyecto	200
IV.2.1.3	Medio socioeconómico	207
IV.2.1.3.1	Demografía	207
IV.2.1.3.2	Empleo	208
IV.2.1.3.3	Servicios y Educación	209
IV.2.1.3.4	Servicios de Salud	210
IV.2.1.3.5	Servicios Públicos	210
IV.2.1.3.6	Vivienda	211
IV.2.1.3.7	Medios de Comunicación	211
IV.2.1.4	Paisaje	211
IV.2.1.4.1	Visibilidad	212
IV.2.1.4.2	Calidad Paisajista	212
IV.2.1.4.3	Fragilidad del Paisaje	213
IV.2.1.4.4	Frecuentación Humana	213
IV.2.1.4.5	Contaminantes	213
IV.2.1.4.6	Indicador del impacto y unidad de medida	214
IV.2.1.4.7	Conclusiones de la valoración del paisaje	216
IV.2.1.4.8	Comparación del área de influencia con y sin proyecto	216
IV.2.1.4.9	Pérdida ambiental con y sin proyecto	216
IV.3	Diagnóstico ambiental	217
IV.3.1.1	Integración en interpretación del inventario ambiental	217
IV.3.1.2	Síntesis de inventario	221

## IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

Existe una relación muy estrecha entre los patrones de distribución de las especies vegetales, el medio físico, la fauna y las actividades antropogénicas esta última altera dichos patrones como un agente externo al alterar las etapas sucesionales o al mantener una en particular como es el objeto de los aprovechamientos forestales. Sin embargo, no se ha definido de manera clara y precisa la influencia de los factores presentes, ya que las relaciones entre ellos son muy complejas y no actúan en forma aislada y es frecuente que se den relaciones complementarias y antagónicas entre ellos (Rzedowski, 1978). Una forma de evaluar los impactos de las actividades antropogénicas para el caso particular del presente estudio y para esta región, es conocer las especies vegetales presentes, su distribución y los factores de disturbio exógenos, para incorporar estrategias de manejo que tiendan a minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Se identifican las características ambientales más importantes en el área del proyecto, se describen básicamente la flora y fauna del lugar, además de mencionar a otros elementos importantes como son: el clima, la geología, el suelo, la fisiografía, la hidrología superficial y subterránea y los aspectos socioeconómicos de la zona. Para la descripción del ecosistema vegetal en el área del proyecto se consideran los componentes ambientales de las áreas donde el proyecto tiene gran influencia, desde el punto de vista de las relaciones de los diversos elementos que integran este ecosistema regional. Lo anterior con el objeto de identificar las principales tendencias de desarrollo o deterioro derivadas del establecimiento del proyecto.

### IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde se establece el proyecto

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica "RH 11" la cual lleva por nombre San-Pedro, en la Cuenca "A" R. San Pedro y dentro de la Subcuenca "g" R. Saucedá, la cual por su dimensión superficiales respecto al área del proyecto no puede hacerse un comparativo entre ambas razón por lo que se ha optado por delimitar una Microcuenca Hidrológico Forestal, la cual funge como **Sistema Ambiental Regional (SAR)**, cuyos límites físicos son definidos por la divisoria superficial del parteaguas, mismo que ante la presencia de lluvia y de los caudales principales, el parteaguas (partes altas de la microcuenca) permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia el cauce principal (río), mar u otros cuerpos de agua.



La delimitación del **Sistema Ambiental Regional (SAR)** parte de una zonificación forestal donde se identifican, agrupan y ordenan los terrenos forestales, por funciones o sub-funciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras con fines de manejo y con el objeto de proporcionar una mejor administración y contribuir al desarrollo forestal.

La metodología para la delimitación del SAR, se basó en la recopilación de información vectorial-cartográfica de las delimitaciones de las regiones hidrológicas administrativas de la CONAGUA, capas vectoriales del INEGI, tal como la topografía, curvas de nivel, red hidrológica, análisis de imágenes de satélite (Google Earth – Ortofotos - Rasters) y por la elaboración del modelo digital de elevación (MDE) de la región con la finalidad de contar con los elementos necesario para el proceso de la delimitación en el software ArcGis 10.6

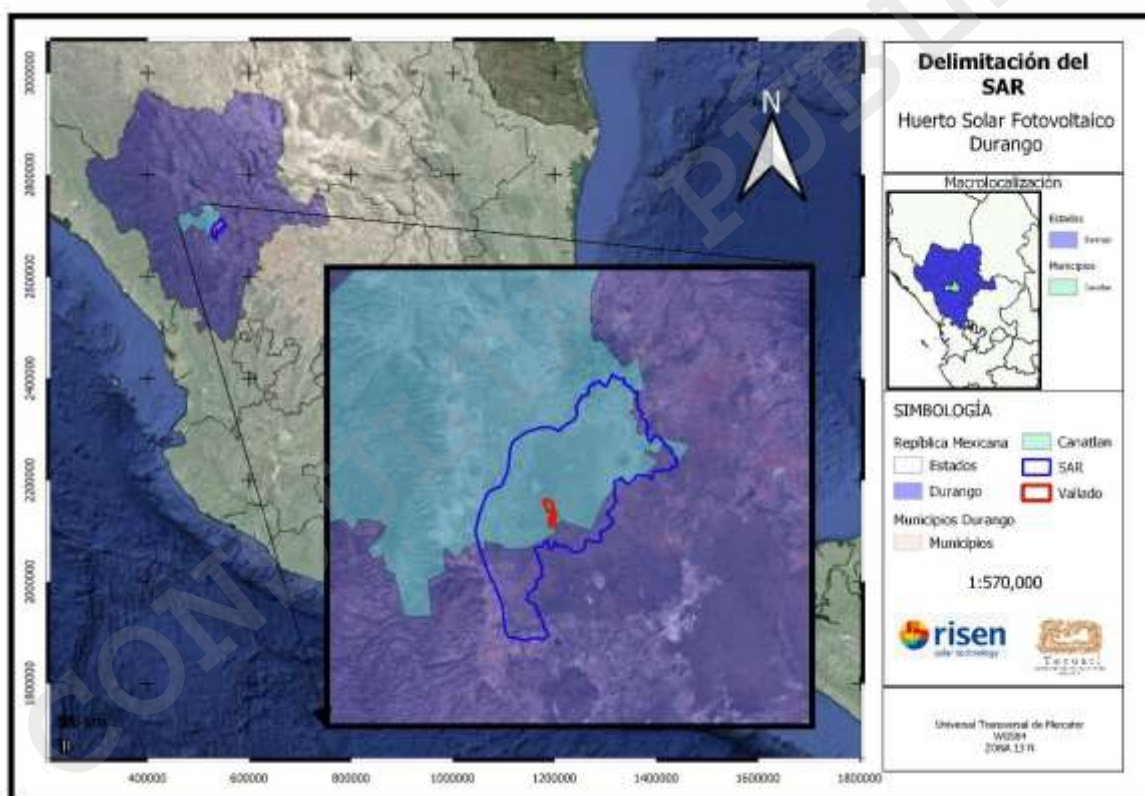


Figura IV-1. Delimitación y ubicación del Sistema Ambiental Regional.

## IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional

### IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

#### IV.2.1.1 Aspectos Abióticos

##### IV.2.1.1.1 Clima

De acuerdo a la metodología de clasificación de climas de Köppen (1936), modificada para la República Mexicana por García (1964), revisada y complementada por INEGI (1980) y de acuerdo a la carta de Climas, escala 1: 1,000,000. Para ubicar el SAR, se utilizó el Archivo Climatológico digital de cobertura nacional del INEGI, la superficie total del SAR se encuentra clasificada dentro del grupo climático B el cual considera a los climas secos y está representado por BS1kw(w) (Semiseco templado), en la tabla IV-1 se describen los tipos de clima por clave y superficie, además en la Figura IV-2 se presenta en forma de mapa.

Tabla IV-1. Fórmula Climática y Tipos de Climas presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Clave	Tipo de Clima	Descripción	Superficie en el SAR	% Total del SAR
BS1kw(w)	Semiseco templado	Clima semiseco, templado con verano cálido, la temperatura media anual es entre 12°C y 18°C, la del mes más frío entre -3°C y 18°C y la del mes más cálido mayor a 18°C; régimen de lluvias de verano, la lluvia invernal respecto a la anual es menor al 5%.	47,270.04	100
<b>Total</b>			<b>47,270.04</b>	<b>100</b>

En la siguiente imagen se muestra el clima presente en la superficie que abarca el Sistema Ambiental Regional (SAR).

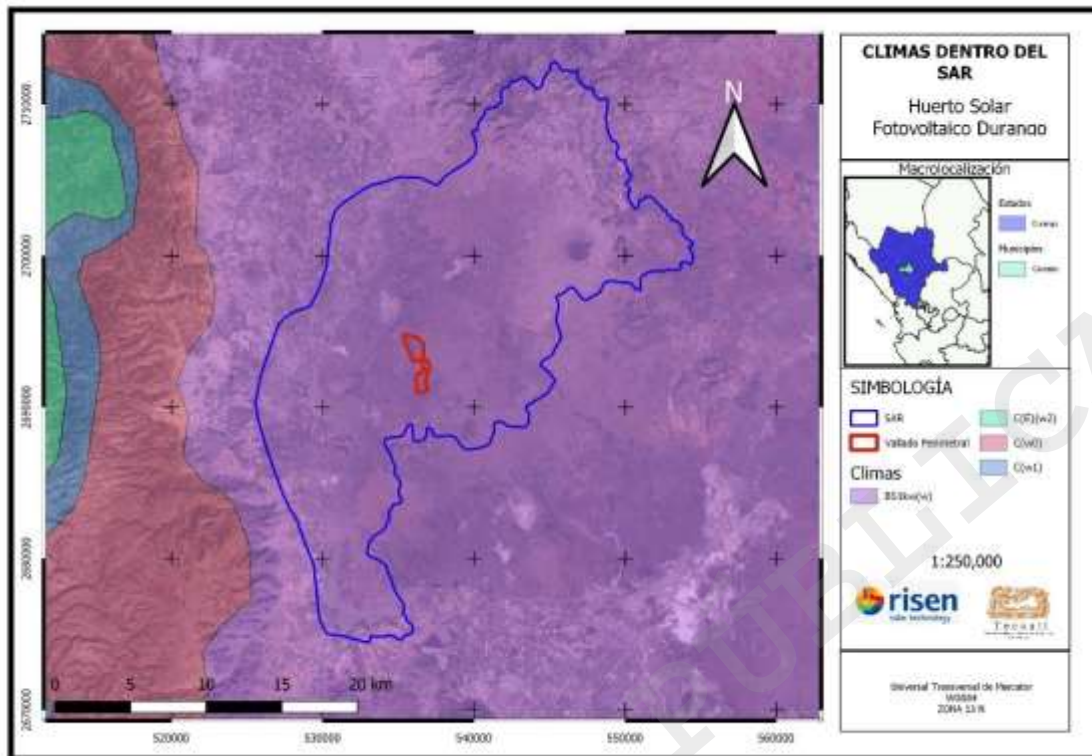


Figura IV-2. Clima presente dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

#### IV.2.1.1.1.1 Precipitación

La precipitación es uno de los factores que conforman el clima de una región. Es un término genérico para describir algún tipo de condensación atmosférica de vapor de agua, que posteriormente se precipita en forma de agua, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local y algunas veces regional. Para conocer la precipitación representativa en el SAR, se tomaron los datos de las estaciones meteorológicas localizadas tanto dentro como en el área de influencia del SAR. En la tabla IV-2 se presenta la ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en para conocer los datos de las precipitaciones dentro del SAR (Fuente: <http://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>).

Tabla IV-2. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.

Clave	Estación	COORDENADA X	COORDENADA Y
10054	Peña del Águila	534756	2677096
10090	Canatlán	521903	2711602

En la tabla IV-3 se presentan las precipitaciones mensuales y anuales de dichas estaciones.

Tabla IV-3. Valores observados en las precipitaciones mensuales y anuales (mm) de las estaciones meteorológicas 10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán.

Precipitación													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	15.8	6.5	3.8	2	10	69.3	133.7	133.7	119.6	31.8	12.2	12.3	550.7
10090	13.9	4.6	2.7	4.6	14.6	73	145.5	132.4	112	32.2	9.7	9.7	554.9
<b>Promedio</b>	<b>14.85</b>	<b>5.55</b>	<b>3.25</b>	<b>3.3</b>	<b>12.3</b>	<b>71.15</b>	<b>139.6</b>	<b>133.05</b>	<b>115.8</b>	<b>32</b>	<b>10.95</b>	<b>11</b>	<b>552.8</b>

#### IV.2.1.1.1.2 Temperatura

Al igual que para la precipitación, los datos que se utilizaron fueron los de las estaciones meteorológicas **10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán**. En la Tabla IV-4 se presentan las temperaturas máximas, promedios, mínimas mensuales y anuales de dichas estaciones. (Fuente: <http://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>).

Tabla IV-4. Temperaturas máximas, promedios, mínimas mensuales y anuales (mm) de las estaciones meteorológicas 10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán en el SAR.

Temperatura Máxima													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	20.5	22.1	24.8	27.9	30.3	30.3	27.3	26.4	25.5	25.2	23.6	21	25.4
10090	20.1	21.6	24.5	27.3	29.5	29.7	27.2	26.1	25.6	24.3	23.1	20.6	25
<b>Promedio</b>	<b>20.3</b>	<b>21.85</b>	<b>24.65</b>	<b>27.6</b>	<b>29.9</b>	<b>30</b>	<b>27.25</b>	<b>26.25</b>	<b>25.55</b>	<b>24.75</b>	<b>23.35</b>	<b>20.8</b>	<b>25.2</b>
Temperatura Media													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	10.9	12.4	15	18.3	20.9	22.3	20.8	20.2	19.2	17	13.9	11.6	16.9
10090	10.3	11.5	14.2	16.8	19.6	20.8	19.6	19.1	18.3	15.8	13.2	10.9	15.8
<b>Promedio</b>	<b>10.6</b>	<b>11.95</b>	<b>14.6</b>	<b>17.55</b>	<b>20.25</b>	<b>21.55</b>	<b>20.2</b>	<b>19.65</b>	<b>18.75</b>	<b>16.4</b>	<b>13.55</b>	<b>11.25</b>	<b>16.35</b>
Temperatura Mínima													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	1.3	2.7	5.2	8.7	11.5	14.2	14.3	14	13	8.8	4.2	2.1	8.3
10090	0.6	1.5	3.9	6.4	9.6	11.8	12.1	12.1	11	7.3	3.3	1.2	6.7
<b>Promedio</b>	<b>0.95</b>	<b>2.1</b>	<b>4.55</b>	<b>7.55</b>	<b>10.55</b>	<b>13</b>	<b>13.2</b>	<b>13.05</b>	<b>12</b>	<b>8.05</b>	<b>3.75</b>	<b>1.65</b>	<b>7.5</b>

Como se puede apreciar en la Figura IV-3 la más alta precipitación se tiene en los meses de julio a septiembre con un máximo de 139.6 mm. Los meses de marzo y abril son los más secos con precipitaciones que van de 3.25 a 3.3 mm. Se presentan los fenómenos climatológicos denominados Nortes, que se caracterizan en la zona por producir las lluvias de invierno conocidas localmente como aguas nieves, sin embargo, la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre.

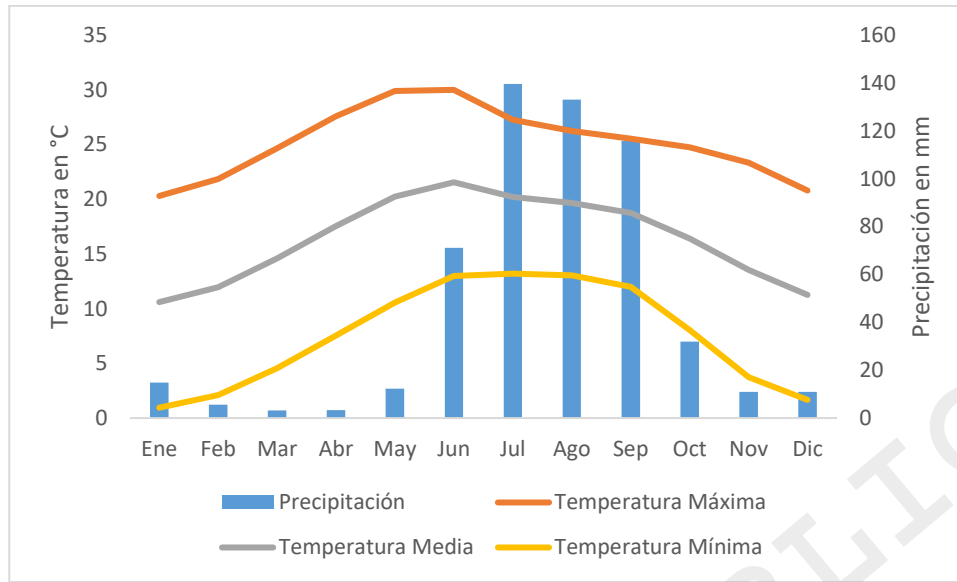


Figura IV-3. Climograma representativo del Sistema Ambiental Regional (SAR).

#### IV.2.1.1.1.3 Evaporación

La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial. A diferencia de la ebullición, la evaporación se puede producir a cualquier temperatura, siendo más rápido cuanto más elevada sea esta. Debido a las altas temperaturas que se registran en primavera y verano han ocasionado una evaporación muy elevada. En este sentido, en la Tabla IV-5 se presentan los datos de evaporación mensuales y anuales de las estaciones meteorológicas **10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán**.

Tabla IV-5. Evaporación: mensuales y anuales (mm) de las estaciones meteorológicas 10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán en el SAR.

Estación	Evaporación												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
10054	15.8	6.5	3.8	2	10	69.3	133.7	133.7	119.6	31.8	12.2	12.3	550.7
10090	13.9	4.6	2.7	4.6	14.6	73	145.5	132.4	112	32.2	9.7	9.7	554.9
<b>Promedio</b>	<b>14.85</b>	<b>5.55</b>	<b>3.25</b>	<b>3.3</b>	<b>12.3</b>	<b>71.15</b>	<b>139.6</b>	<b>133.05</b>	<b>115.8</b>	<b>32</b>	<b>10.95</b>	<b>11</b>	<b>552.8</b>

En la Figura IV-4 se presenta la gráfica representativa de la evaporación registrada en las estaciones meteorológicas antes mencionadas.

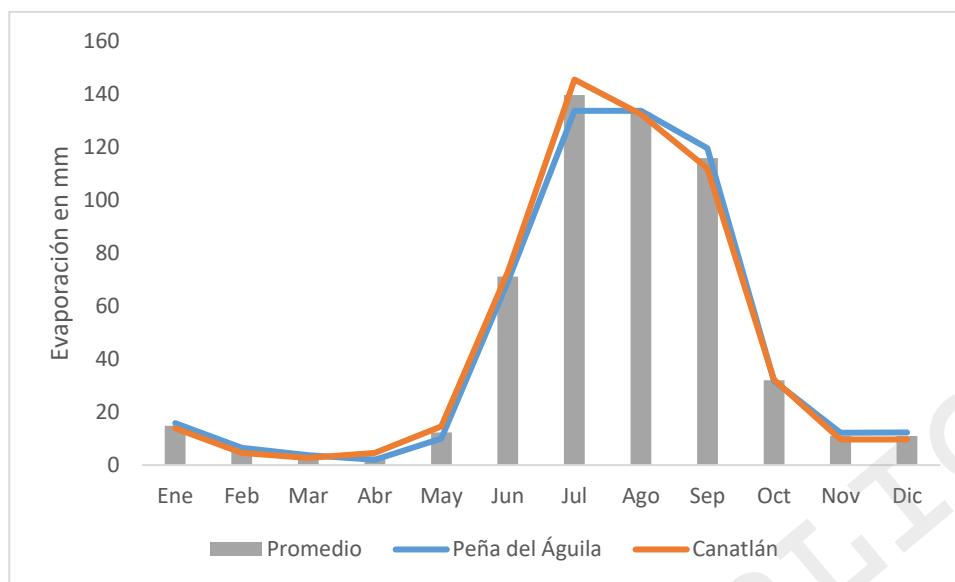


Figura IV-4. Gráfico representativo de la evaporación registrada en las estaciones meteorológicas 10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán, que influyen en el SAR.

#### IV.2.1.1.1.4 Granizadas, Nieblas y Tormentas Eléctricas

Las granizadas o precipitación sólida se producen cuando las gotas de agua se enfrían de manera brusca por debajo de una temperatura de 0 °C causada por movimientos fuertes de ascenso y descenso del aire. En el SAR la frecuencia de este fenómeno es de 0.63 días en promedio al año.

La niebla es un fenómeno atmosférico que se produce cuando una porción de aire lleva partículas de agua en suspensión, que proceden de la condensación del vapor de la atmósfera, y que impide la visibilidad. Este fenómeno se puede observar en el SAR en promedio 3.16 veces al año.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastre (CENAPRED) (CENAPRED, 2016), las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido). Pueden durar hasta dos horas y suelen acompañarse de una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones repentinas e incluso tornados

En la Tabla IV-6 se presenta la información de los fenómenos meteorológicos granizadas, niebla y tormentas eléctricas registradas en las estaciones **10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán.**



Tabla IV-6. Granizadas, niebla y tormentas eléctricas mensuales y anuales (mm) de las estaciones meteorológicas 10054 Peña del Águila y 10090 Canatlán que influyen en el SAR.

Granizada													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2
10090	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0.2
<b>Promedio</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.2</b>
Niebla													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	0.2	0.2	0	0	0	0.1	0.1	0.8	0.5	0.7	0.2	0.6	3.4
10090	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0	0.9
<b>Promedio</b>	<b>0.1</b>	<b>0.15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.35</b>	<b>0.45</b>	<b>0.15</b>	<b>0.3</b>	<b>2.15</b>
Tormentas eléctricas Máxima													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10054	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0.2
10090	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.3	0.2	0	0	0	1
<b>Promedio</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.6</b>

#### IV.2.1.1.1.5 Vientos (Dirección y Velocidad)

##### IV.2.1.1.1.5.1 Dirección del Viento

Debido a que no se cuenta con datos registrados de la dirección del viento en las estaciones meteorológicas consultadas y que fueron utilizadas para conocer las variables de temperatura y precipitación en el SAR, se consideró la dirección de los vientos registrados en la estación meteorológica **Valle Florido ubicada en el municipio de Durango** ya que es la más cercana al área del proyecto, por lo que se considera que los registros son los más razonables para la zona.

Esta estación se encuentra a una distancia del proyecto de 58.18 km, aproximadamente y se ubica entre las coordenadas 23° 50'43.02" de latitud norte y 104° 27'31.74" de longitud oeste, dicha estación se encuentra bajo la administración del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Durango.

Los vientos se diferencian según la dirección de donde proceden. Normalmente, estos, llevan el nombre del sector geográfico concreto desde donde sopla o bien se le da un nombre propio. Los datos que se presentan en la Tabla IV-7 referentes a la dirección del viento fueron registrados durante el periodo de mayo de 2006 a diciembre de 2016.

Tabla IV-7. Direcciones del viento.

Año	Meses												Promedio anual
	ene	feb	mar	abr	may	iun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
2006	ND	ND	ND	ND	322.14	325.53	229.39	295.82	244.85	208.94	165.79	99.04	36.2
Dirección	ND	ND	ND	ND	(NO)	(NO)	(SO)	(NO)	(SO)	(SO)	(S)	(E)	(SO)*
2007	28.11	353.65	67.53	201.29	8.19	271.39	266.13	235.01	290.82	176.38	313.05	297.06	282.22
Dirección	(NE)	(N)	(E)	(S)	(N)	(O)	(O)	(SO)	(O)	(S)	(NO)	(NO)	(O)*
2008	330.5	61.38	237.42	172.74	1.39	218.01	302.58	128.08	221.81	191.44	280.3	282.62	250.75

Dirección	(NO)	(NE)	(SO)	(S)	(N)	(SO)	(NO)	(SE)	(SO)	(S)	(O)	(O)	(O)*
2009	326.32	247.68	296.25	353.18	343.65	277.53	309.86	294.12	309.89	208.35	25.01	282.88	300.99
Dirección	(NO)	(O)	(NO)	(N)	(N)	(O)	(NO)	(NO)	(NO)	(SO)	(NE)	(O)	(NO)*
2010	198.35	127.33	170.13	253.15	244.15	324.94	234.86	58.41	229.7	186.46	333.75	296.16	236.8
Dirección	(S)	(SE)	(S)	(O)	(SO)	(NO)	(SO)	(NE)	(SO)	(S)	(NO)	(NO)	(SO)*
2011	227.78	353.31	26.54	11.6	277.95	338.58	103.58	215.94	60.45	47.03	266.53	259.45	324.99
Dirección	(SO)	(N)	(NE)	(N)	(O)	(N)	(E)	(SO)	(NE)	(NE)	(O)	(O)	(NO)*
2012	290.99	320.16	319.03	14.4	170.72	197.05	205.5	298.86	213.75	236.14	271.03	23.5	254.48
Dirección	(O)	(NO)	(NO)	(N)	(S)	(S)	(SO)	(NO)	(SO)	(SO)	(O)	(NE)	(O)*
2013	48.16	131.98	356.46	204.01	7.97	111.23	195.61	219.98	258.25	184.66	229.22	238.51	213.68
Dirección	(NE)	(SE)	(N)	(SO)	(N)	(E)	(S)	(SO)	(O)	(S)	(SO)	(SO)	(SO)*
2014	192.54	136.75	348.41	149.56	87.19	222.39	296.35	236.82	271.25	267.03	185.79	246.45	232.41
Dirección	(S)	(SE)	(N)	(SE)	(E)	(SO)	(NO)	(SO)	(O)	(O)	(S)	(SO)	(SO)*
2015	356.78	307.81	81.39	180.47	197.28	252.11	274.1	263.43	309.19	89.33	253.12	199.11	261.05
Dirección	(N)	(NO)	(E)	(S)	(S)	(O)	(O)	(O)	(NO)	(E)	(O)	(S)	(O)*
2016	191.87	80.93	338.25	221.33	291.68	190.73	57.24	137.37	263.95	314.19	208.01	339.47	262.23
Dirección	(S)	(E)	(N)	(SO)	(O)	(S)	(NE)	(SE)	(O)	(NO)	(SO)	(N)	(O)*
<b>Promedio</b>	<b>219.14</b>	<b>212.1</b>	<b>224.14</b>	<b>176.17</b>	<b>177.48</b>	<b>248.14</b>	<b>225.02</b>	<b>216.71</b>	<b>243.08</b>	<b>191.81</b>	<b>230.15</b>	<b>233.11</b>	<b>259.62</b>
Dirección	(SO)	(SO)	(SO)	(S)	(S)	(O)	(SO)	(SO)	(SO)	(S)	(SO)	(SO)	(O)

ND = No disponible, N = Norte, NO = Noroeste, NE = Noreste, S = Sur, SO = Suroeste, SE = Sureste, E = Este y O = Oeste. Como se puede observar en la Tabla IV-7 la dirección promedio de los vientos en el SAR es hacia el oeste (O).

#### IV.2.1.1.1.5.2 Velocidad del Viento

De acuerdo con los datos climatológicos de la estación meteorológica Valle Florido, la velocidad del viento, en promedio anual fue de 4.45 km/h, y la velocidad mayor se ha registrado es en abril con 6.30 km/h en promedio.

Tabla IV-8. Velocidad del viento registrado en la estación meteorológica “Valle Florido”.

Año	Meses												Promedio anual
	ene	feb	mar	abr	ma y	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
2006	S/D	S/D	S/D	S/D	5.8 3	5.9	4.8 9	3.6 6	2.8	2.3 8	2.2 4	3.6 1	3.91
2007	4.6 3	4.7 8	4.7 7	5.7 4	5.1 4	4.6 4	4.6 4.6	4.6 6	3.3 4	3.1 8	3.8 7	4.1 6	4.46
2008	4.5 5	5.5 1	7.0 7	6.4 2	7.3 3	6.9 2	4.6 2	3.2 8	3.2 8	2.7 2.7	2.7 3	3.8 5	4.86
2009	3.5 6	4.5 8	5.3 4	7.0 6	5.8 3	5.4 4	5.3 9	4.7 1	2.9 9	3.3 5	3.0 3	4.7 1	4.67
2010	4.3 9	5.4 5	5.9 5	7.0 1	6.2 5	5.6 5	4.7 4	3.6 6	3.0 9	2.7 6	3.4 9	3.1 4	4.63
2011	4.1 8	5.9 9	4.9 4.9	6.2 7	6.2 8	6.4 7	5.7 5	4.7 5	3.1 3	2.3 3	3.9 1	4.4 4	4.87
2012	3.6 8	5.2 6	5.7 3	5.6 4	6.2 1	6.5 1	5.0 2	4.5 8	3.0 8	2.3 1	2.3 1	2.2 6	4.38
2013	2.9 2	6.1 9	5.0 6	6.6 1	6.4 6	6.2 3	4.3 6	3.9 1	3.4 7	2.2 3	3.1 2	4.1 8	4.56
2014	3.4	4.2	5.9	6.1	5.7	5.5	4.5	3.6	2.8	2.4	3.2	3.1	4.24

	5	4	1	7	4	7	1	6	5	6	6		
2015	3.9	3.8	5.3	6.1	6.0	4.4	4.1	4.1	3.0	3.3	3	4.3	4.33
	2	8	9	6	7	4	5	5	3	7	3	5	
2016	3.8	3.5	5.5	5.9	5.6	5.9	4.5	3.1	2.8	2.0	2.6	3.4	4.1
	2	4	8	6	5	5	1	9	6	3	6	4	
<b>Promedio</b>	<b>3.9</b>	<b>4.9</b>	<b>5.5</b>	<b>6.3</b>	<b>6.0</b>	<b>5.7</b>	<b>4.7</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.6</b>	<b>3.0</b>	<b>3.7</b>	<b>4.45</b>
<b>o</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6.3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

#### IV.2.1.1.1.6 Posibilidad de fenómenos naturales

La gran variación de las condiciones climáticas ha propiciado la diversificación de las actividades económicas y los cultivos en función de las temperaturas, heladas y precipitaciones. Las características para la posibilidad de los fenómenos naturales se pueden resumir de la siguiente manera:

**Periodo de lluvias:** Junio-septiembre.

**Aguanieves:** Diciembre- febrero.

**Heladas:** Desde el 19 de septiembre hasta el 20 de abril.

**Vientos dominantes:** Noroeste (NO) con una velocidad promedio anual entre los 4 a 10 km h

Granizadas: Mayo-junio.

**Huracanes:** Solo se presentan altas precipitaciones cuando estos ocurren en el Océano Pacífico, la probabilidad de ocurrencia es baja.

#### IV.2.1.1.2 Geología

De acuerdo con la información del INEGI (2019) y la carta geológica **G13-11 Durango** escala 1:250,000. Para el SAR el lecho geológico tuvo su origen en la era Cenozoico dentro del periodo terciario (Oligoceno-Mioceno) y Cuaternario en donde se puede encontrar la presencia de rocas ígneas extrusivas como la Toba básica, Riolita, Riolita-Toba ácida, Toba ácida, Basalto y Brecha volcánica básica, suelos de tipo Aluvial, Lacustre y Residual, también es posible identificar rocas sedimentarias de tipo conglomerado, así como Cuerpo de Agua Perenne (Tabla IV-9).

Tabla IV-9. Geología presente en el SAR.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	División de Era	Sistema	Unión de Sistema	Serie	Unión de Serie	Superficie (ha)	%
H2O	Cuerpo de Agua Perenne	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	838.2382	1.77
Q(al)	Suelo	N/A	Aluvial	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	7,535.43	15.94
Q(B)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	27,403.56	57.97
Q(Bvb)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Brecha Volcánica Básica	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	1,818.70	3.85
Q(cg)	Unidad Cronoestratigráfica	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	968.0039	2.05

Q(la)	Suelo	N/A	Lacustre	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	22.7612	0.05
Q(re)	Suelo	N/A	Residual	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	2,644.38	5.59
Q(Tb)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Toba Básica	Cenozoico	N/A	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	1,778.95	3.76
Tom(R)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	N/A	Terciario	N/A	N/A	Oligoceno-Mioceno	94.1578	0.2
Tom(R-Ta)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	N/A	Terciario	N/A	N/A	Oligoceno-Mioceno	4,067.68	8.61
Tom(Ta)	Unidad Cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	N/A	Terciario	N/A	N/A	Oligoceno-Mioceno	98.176	0.21
<b>Total</b>										<b>47,270.04</b>	<b>100</b>

N/A= No Aplica.

#### IV.2.1.1.2.1 Geología Superficial

Los materiales que afloran en la superficie en el proyecto son:

**Suelo Aluvial (Qal):** esta unidad litológica, está constituida por arenas, gravas y limos arcillosos, de colores café y café grisáceo, con variación de compactación y cementación, están formando los suelos que comprenden el valle. Estos suelos, han sido organizados por la desintegración de las rocas en las partes altas de las sierras, que fueron transportadas por los escurrimientos de las aguas superficiales, hacia los lugares que anteriormente fueron grandes fosas y que ahora se encuentran integrando las planicies del valle de Canatlán. En el SAR esta unidad litológica constituye el 15.94% de la superficie total.

**Basalto Q(B):** son derrames basálticos con fracturamiento moderado e intemperismo somero. sobreyacen discordantes a tobas ácidas, geohidrológicamente no están saturadas, pero funcionan como rocas transmisoras. En el SAR esta unidad litológica constituye el 57.97% de la superficie total.

**Brecha volcánica básica Q(Bvb):** unidad constituida por fragmentos piroclásticos de composición básica dispuestos en pseudoestratos. Los piroclásticos son: bloques, bombas y cenizas. Las brechas presentan color gris oscuro con tonos de rojo. Esta unidad constituye el 3.85% de la superficie del SAR.

**Conglomerado Q(cg):** el conglomerado está constituido por clastos de roca mal clasificados de variada composición y tamaño (1 cm a 20 cm). La composición de los clastos está en función del paquete rocoso que lo delimita, se aprecia cierta gradación y alternancia en la secuencia de depósito que grada de finos a gruesos, aunque en la mayoría de los casos se manifiesta un depósito caótico. Está compuesto por fragmentos líticos mal clasificados, de color gris claro-amarillento a rojizo, la forma de estos clastos es angulosa y subangulosa de tamaño variable, cementados por una matriz areno-arcillosa, areno-tobácea y carbonatada de pigmentación rojiza. La secuencia de

conglomerados presenta intercalaciones de basalto, que varían en espesor de 10 a 30 m y una longitud aflorante que varía de algunos cientos de metros hasta más de 1 km. Esta unidad constituye el 2.05% de la superficie del SAR.

**Lacustre Q(la):** lo constituyen sedimentos de fina granulometría principalmente limo y arcillas de color gris claro; son de poco espesor y baja permeabilidad; descansan indistintamente sobre los suelos y el basalto cuaternario; hidrológicamente no están saturados.

**Residual Q(re):** suelo formado por la meteorización in situ del material parental. Suelo formado in situ por la descomposición de un material preexistente y la lixiviación de los componentes solubles, dejando los materiales insolubles que no son transportados a distancias significativas.

**Toba básica Q(Tb):** los afloramientos que constituyen este tipo de roca son de color pardo rojizo con un escaso fracturamiento. Estos materiales cubren casi totalmente los aparatos volcánicos infrayacentes, conservando la forma dómica de la estructura sepultada.

**Riolita Tom(R):** riolitas esferulíticas y fluidales con fenocristales de Sandino y cuarzo visibles, son de color rojo claro y de gran tenacidad. Esta unidad se encuentra constituyendo derrame de poca extensión que originan formas de topografía moderada.

**Riolita-Toba ácida Tom(R-Ta):** es una unidad constituida por la asociación de cuerpos de tobas y derrames riolíticas que guardan una relación muy variable. La forma una secuencia irregular de riolita fluidal y esferulítica, ignimbrita, toba riolítica y brecha volcánica ácida. La riolita fluidal es de color rojizo con estructura compacta y textura microcristalina; la riolita esferulítica de color rosa a gris con intemperismo ocre; la ignimbrita es de color gris con textura fluidal y textura microcristalina; contiene en su composición minerales de cuarzo, sanidino, oligoclasa, biotita, clorita, apatito y zircón. La toba y la brecha son rosadas, de textura merocristalina; estructura compacta porfídica.

La primera tiene minerales de cuarzo, oligoclasa, andesina, sanidino, biotita y hematita; la segunda está formada por fragmentos angulosos de rocas volcánicas ácidas e intermedias englobados en una matriz areno-tobácea. Su morfología es de sierra generalmente abrupta y escarpada, aunque también es común la presencia en grandes mesetas disectadas por profundos cañones, presentando esta unidad fracturamiento o fallamiento de moderado a fuerte, intemperismo profundo y espesor de más de 1000 m. este tipo de roca forma parte del Supergrupo Volcánico Superior, esta unidad, está caracterizado por rocas volcánicas ácidas, tales como tobas riolíticas, riolitas, brechas riolíticas e Ignimbritas. Regionalmente, esta unidad incluye varias unidades caracterizadas por litologías volcánicas félsicas afines.

**Toba ácida Tom(Ta):** secuencia volcánica piroclástica constituida por Tobas cuya composición varía de Dacítica a Riodacítica; son generalmente líticas, con cristales de Plagioclasa sericitizada; presentan pseudoestratificación; esta unidad presenta una topografía sumamente variable. En la siguiente imagen se puede apreciar la geología superficial que compone el área del SAR.

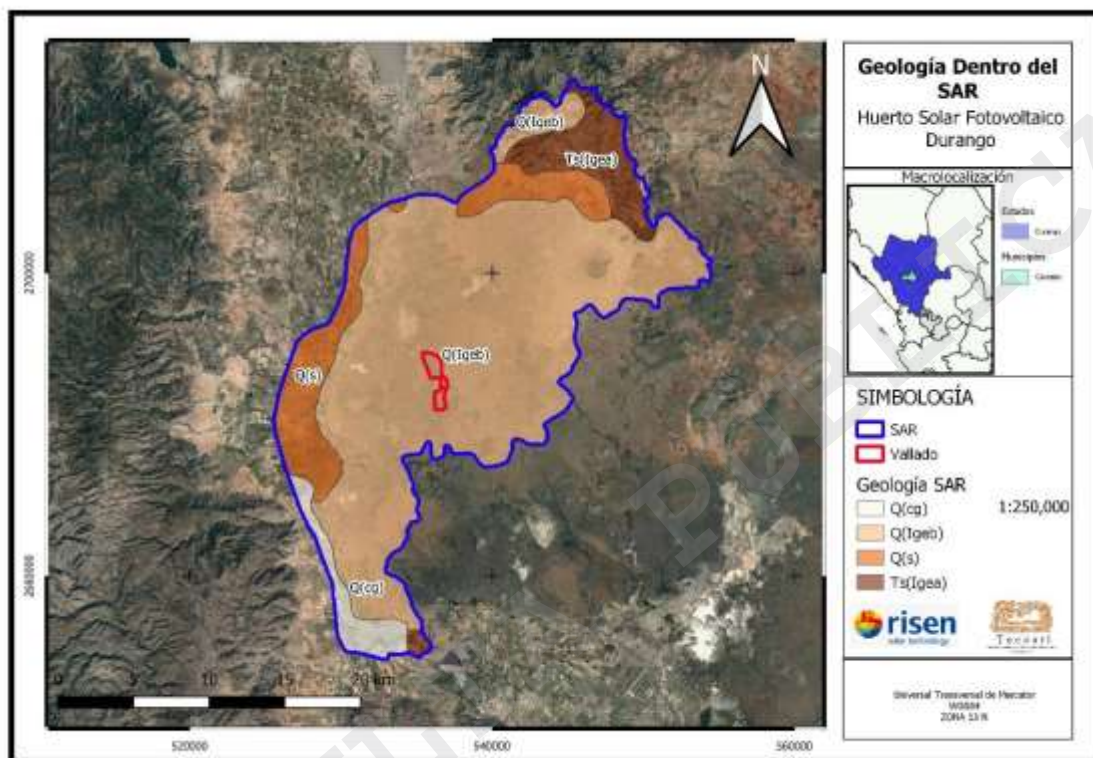


Figura IV-5. Geología presente en el SAR.

#### IV.2.1.1.2.2 Geología estructural

Los rasgos estructurales predominantes en la microcuenca son las fracturas y fallas a que fueron sometidas las rocas ígneas terciarias. Estas rocas, que forman la sierra que limita el valle, no surtieron plegamientos de consideración, por lo general se encuentran en posición horizontal o subhorizontal (no se observaron buzamientos mayores de  $10^\circ$ ). Sin embargo, abundan los desplazamientos de falla y las rocas de las zonas se encuentran bastante fracturadas, lo cual indica que la zona fue sometida a esfuerzos tectónicos anteriores al Plioceno Tardío o Pleistoceno temprano, puesto que estos fenómenos no afectan a la formación Santa Inés que data de esta época.



#### IV.2.1.1.2.3 Fallas y Fracturas

Las fallas geológicas son conocidas como un rompimiento de la corteza terrestre acompañado con un desplazamiento. También se dice que las fallas son las fracturas de las rocas en las que ha habido movimiento de transición vertical u horizontal, o bien combinados, las fallas y sus desplazamientos varían desde unos centímetros hasta decenas de kilómetros y pueden ser originados por esfuerzos de compresión, tensión o torsión. En el SAR se presenta la depresión originada por colapso en áreas de disolución calcárea (Dolina).

Basados en el Conjunto de datos Geológicos vectoriales G13-6 (Tlahualilo) Escala 1:250,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se determinó que dentro del SAR no existe la presencia de fracturas geológicas, pero si la presencia de nueve fallas geológicas y una dolina. En la Tabla IV-10 se presenta las fallas y la dolina geológicas encontradas dentro del SAR y en la Figura IV-6 se pueden apreciar con mayor detalle dentro del polígono que conforma el SAR.

Tabla IV-10. Fracturas y Dolinas geológicas presentes en el SAR.

Identificador	Entidad	Tipo	Movimiento Horizontal	Movimiento Vertical	Inclinación	Buzamiento	Representación geométrica	Longitud (km)
957	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	4.2429
1032	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	2.7921
1041	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	4.1386
1058	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	4.3658
1134	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	4.5497
1173	Dolina	Dolina	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	5.1746
1180	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	0.8704
1562	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	12.0312
1637	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Definida	2.0334
1679	Falla	Normal	N/A	Izquierda	N/A	N/A	Aproximada	1.5633

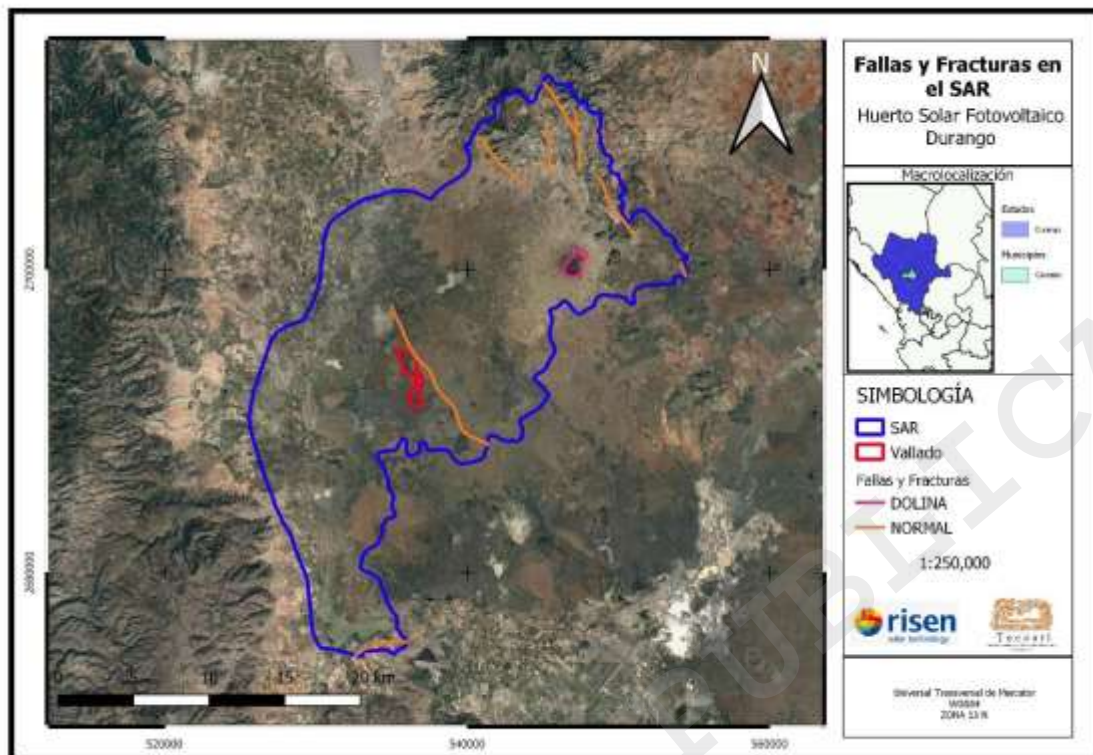


Figura IV-6. Fallas y Dolina presentes en el SAR.

#### IV.2.1.1.2.4 Geología del subsuelo

La geología del subsuelo presente en el SAR está formada por depósitos aluviales constituidos por arcilla, arena y grava. El espesor es muy variable. El mayor espesor observado se tiene en una profundidad total de 200 m. Reduciendo considerablemente hacia los flancos. Existen rocas basálticas en forma de derrames en gran parte del SAR y rocas de origen riolítico en forma de derrames y tobas en los extremos sur y norte. Los derrames de basalto están altamente fracturados y presentan buena permeabilidad, transmitiendo el agua hacia las rocas que subyacen, mientras que los derrames de riolita presentan poco fracturamiento en sentido horizontal y pueden considerarse de media a baja permeabilidad como fronteras impermeables. La mayor infiltración de la lluvia se lleva a cabo a través de los derrames de basalto, pero de mayor cuantía a través de los rellenos aluviales que forman el valle.

#### IV.2.1.1.2.5 Sismicidad

De acuerdo con las regiones sísmicas de México, el SAR se encuentra en la zona B (Figura IV-7). Esta es una zona intermedia donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo, por lo que es muy poco probable que ocurran eventos de esta naturaleza en esta área, sin embargo, se tomarán las medidas

pertinentes en la construcción y operación del proyecto para asegurar la integridad y la estabilidad de las estructuras.

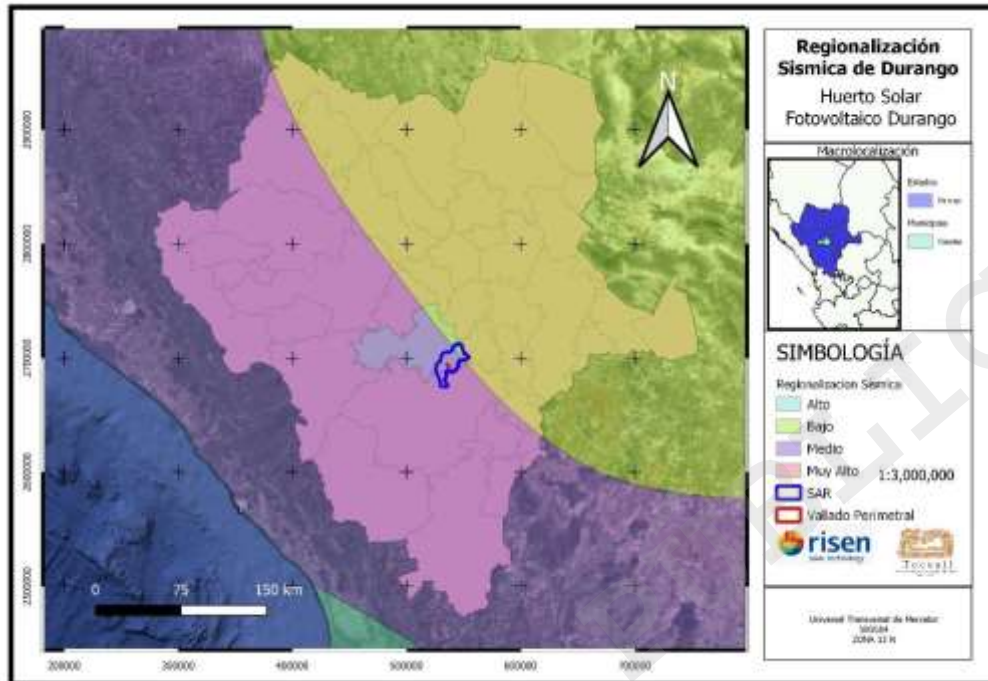


Figura IV-7. Ubicación del proyecto con respecto a la regionalización sísmica del Estado de Durango.

#### IV.2.1.1.2.6 Susceptibilidad a desplazamientos, derrumbes e inundaciones

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la superficie del SAR y área del proyecto se encuentran fuera de las áreas susceptibles a deslizamiento de laderas (Figura IV-8).

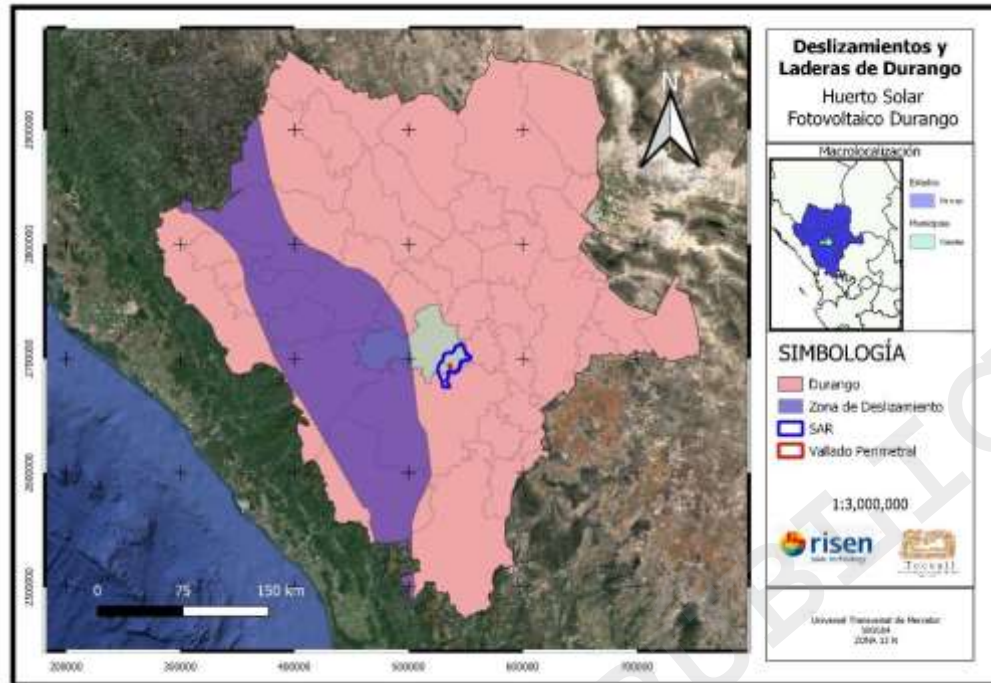


Figura IV-7. Ubicación del proyecto con respecto a las áreas de deslizamiento en el Estado de Durango.

Referentes a las inundaciones, la superficie del SAR se encuentra en una zona propensa a inundaciones durante la temporada de lluvia debido a la topografía que presenta (Figura IV-9).

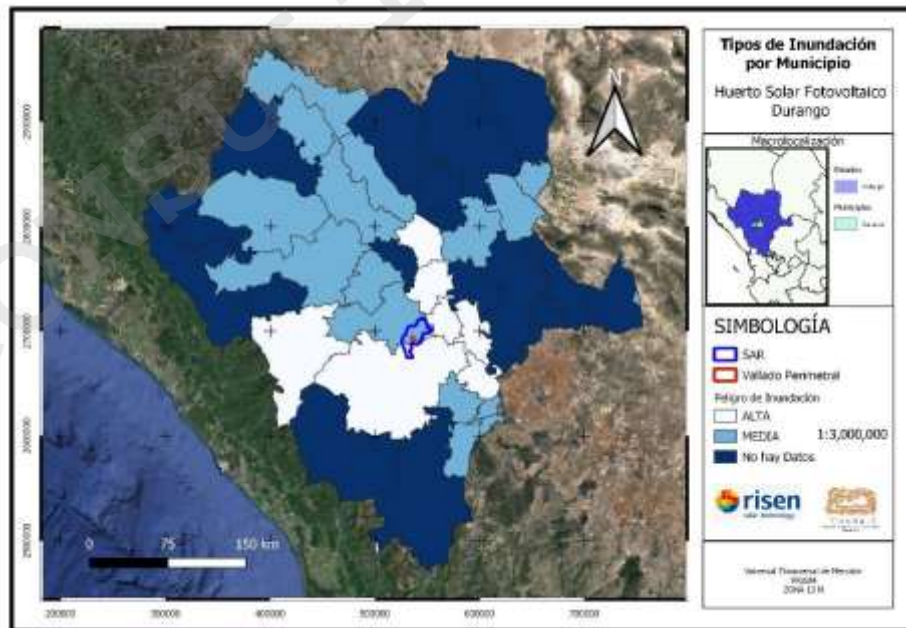


Figura IV-9. Ubicación del proyecto con respecto a las zonas potenciales de inundación en el Estado de Durango.



**IV.2.1.1.3 Fisiografía y topografía**

El SAR se encuentra ubicada en la provincia III Sierra Madre Occidental, en la subprovincia “1” Sierras y Llanuras de Durango y la subprovincia “15” Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, en sistema de toporformas 203-0/01 “Lomerío”, 500-0/01 “Llanura”, 300-1/01 “Meseta”, 100-0/02 “Sierra”, H2O “Cuerpo de agua” y 320-0/01 “Meseta”; presentando una topografía en gran parte de la superficie de tipo plano y accidentada en las partes altas de la cuenca y subcuenca, dando vida a arroyos y ríos que desembocan en el estado de Sinaloa (INEGI, 2001). En la Tabla IV-11 se presenta el área fisiográfica donde se encuentra el SAR. Además, en la Figura IV-10 se presenta en forma de mapa.

Tabla IV-11. Fisiografía del SAR.

Provincia		Subprovincia		Sistema de toporformas			sup (ha)	%
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Descripción		
III	Sierra Madre Occidental	14	Sierras y Llanuras de Durango	203-0/01	Lomerío	Lomerío con Mesetas	146.9266	0.31
				500-0/01	Llanura	Llanura Aluvial	19,732.80	41.74
				300-1/01	Meseta	Meseta con Malpaís	21,155.53	44.75
		15	Gran Meseta y Cañadas Duranguenses	100-0/02	Sierra	Sierra Baja	5,789.20	12.25
				H20	Cuerpo de agua	N/A	439.9684	0.93
				320-0/01	Meseta	Meseta con Cañadas	5.6215	0.01
<b>Total</b>							<b>47,270.04</b>	<b>100</b>

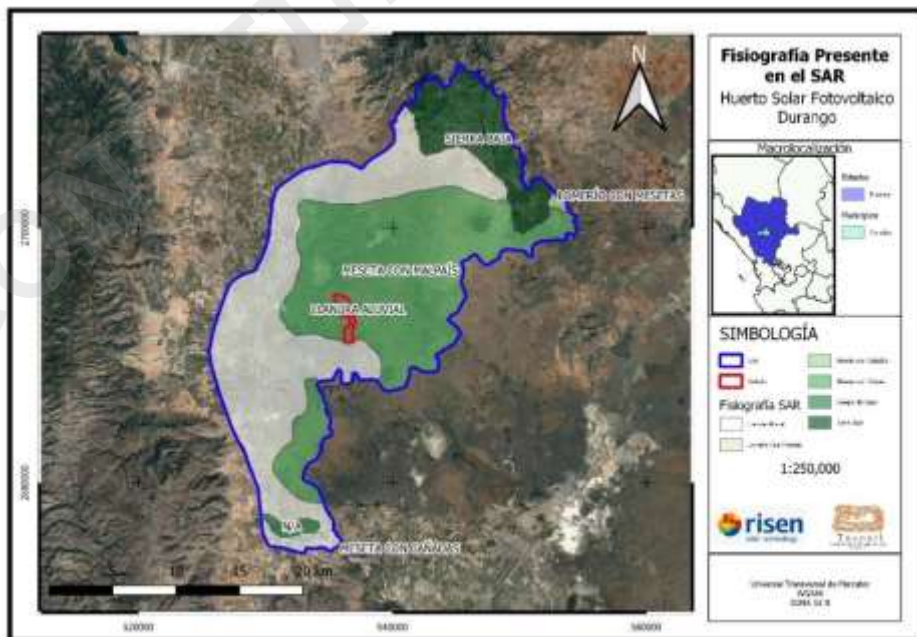


Figura IV-10. Fisiografía presente en el SAR.

#### IV.2.1.1.3.1 Exposiciones y pendientes

Las curvas de nivel constituyen el sustento para la georreferenciación y digitalización espacial, la **información vectorial** se obtuvo de las cartas topográficas editadas por el INEGI escala 1: 50,000 con la clave **G13D62, G13D71, G13D72, G13D81 y G13D82**, equidistantes a cada 20 m, esta información sirve como base para generar análisis espacial y modelo digital de elevación (MDE) del SAR, construido en el programa ArcMap 10.6.1. Con el MDE que se elaboró para el SAR, se observa que esta cuenta con **altitudes** que van de **1,878 m a los 2,659 m**, con un promedio de **2,268.5 m** (Figura IV-11).

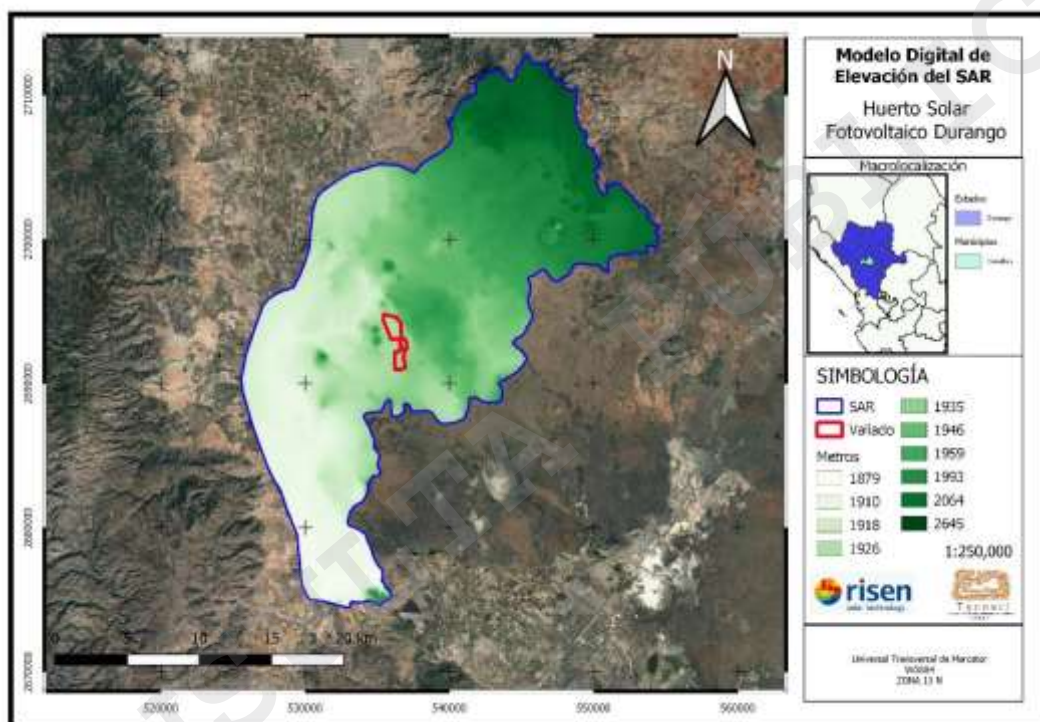


Figura IV-11. Modelo digital de elevación del SAR.

Derivado del MDE se generó un plano de pendientes y exposiciones del SAR, donde se pueden observar exposiciones variadas, encontrando exposiciones zenitales (Z), norte (N), noreste (NE), este (E), sureste (SE), sur (S), suroeste (SO), oeste (O) y noroeste (NE), predominando la exposición Z. En relación a las pendientes que se presentan en el SAR van de 0.0° hasta un máximo de 60.74% donde la pendiente media es de 4.03%. En la Figura IV-12 se presentan las exposiciones en forma de mapa y en la Figura IV-13 se presenta las pendientes.



Tabla IV-12 Exposiciones y Pendientes del SAR.

Altitud			Máxima (msnm)	2,659	
			Mínima (msnm)	1,878	
Exposiciones			Pendientes (°)		
Rumbo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Rangos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
z	24,800.37	52.46	0.00-5.00	41,662.96	88.14
N	852.8474	1.8	5.10-10.00	1,943.4478	4.11
NE	1,880.3161	3.98	10.10-15.00	1,179.18	2.5
(E)	1,876.0666	3.97	15.10-20.00	873.6302	1.85
(SE)	2,537.00	5.37	20.10-25.00	662.9225	1.4
(S)	2,955.39	6.25	25.10-30.00	451.1469	0.95
(SW)	5,491.57	11.62	30.10-35.00	262.1876	0.55
(W)	4,044.42	8.56	35.10-40.00	131.6748	0.28
(NW)	2,832.06	5.99	40.10-45.00	64.2282	0.14
			>45.10	38.6661	0.08
<b>Total</b>	<b>47,270.04</b>	<b>100</b>		<b>47,270.04</b>	<b>100</b>
Exposición predominante	Zenital (Z)		Pendiente promedio	4.03°	

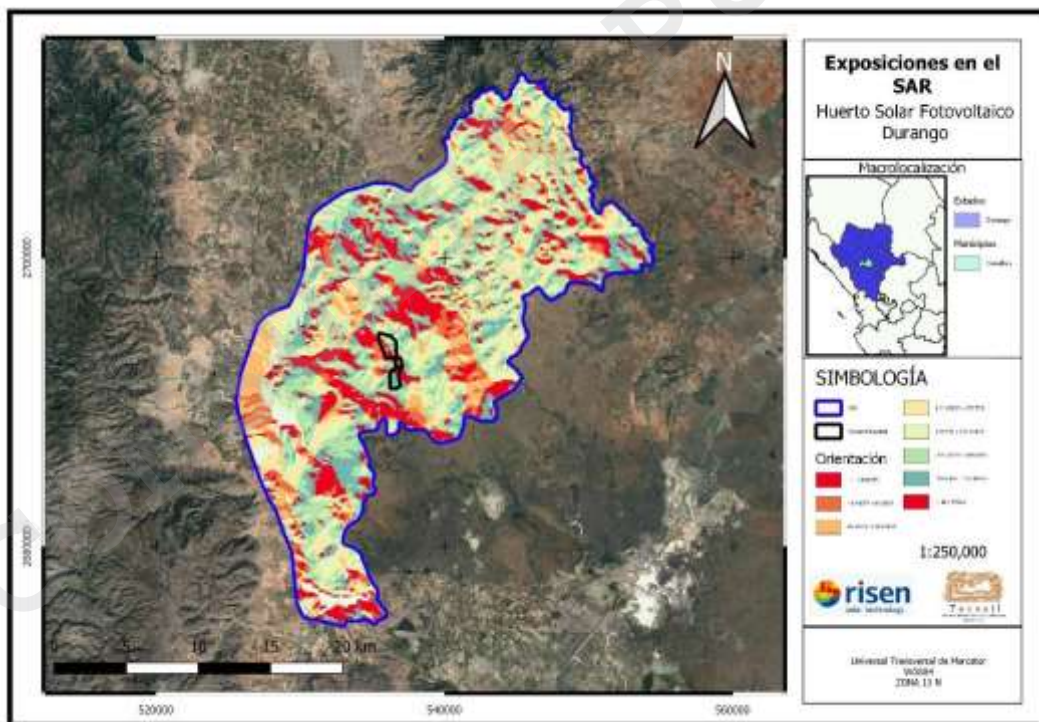


Figura IV-12. Exposiciones del SAR.

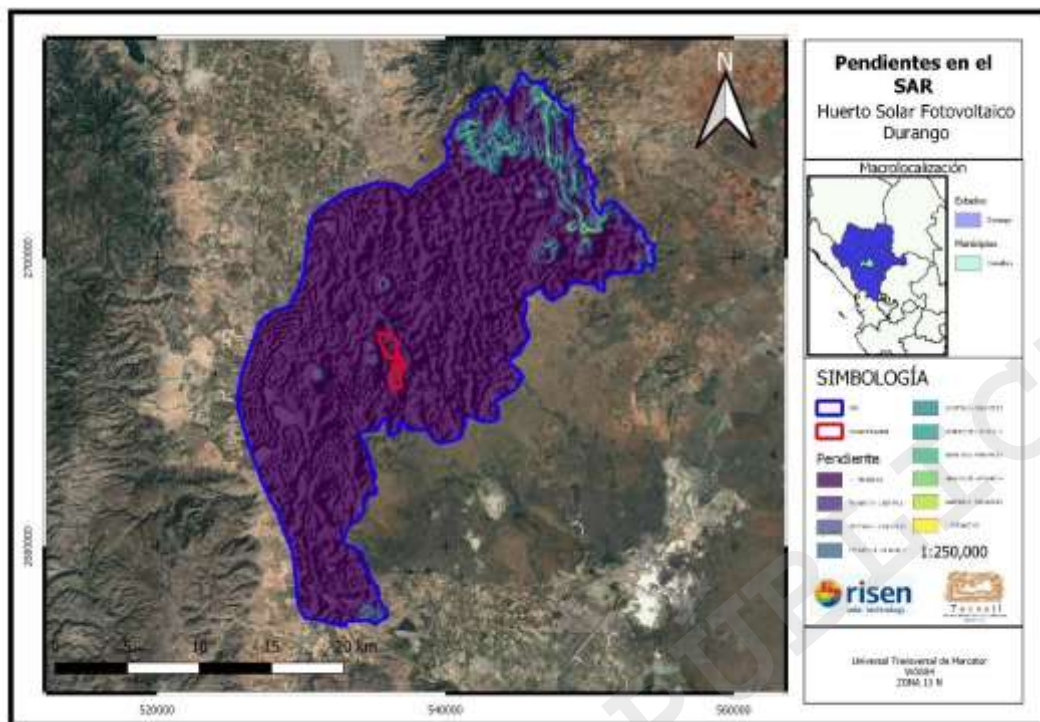


Figura IV-13. Pendientes del SAR.

#### IV.2.1.1.3.2 Elementos Orográficos

De acuerdo con las cartas topográficas G13D62 (Donato Guerra), G13D71 (José Guadalupe Aguilera), G13D72 (Carlos Real), G13D81 (Durango Oeste) y G13D82 (Durango Este) del INEGI a escala 1: 50,000, las principales elevaciones (elementos orográficos) importantes dentro del SAR se presentan en la Tabla IV-13.

Tabla IV-13. Elementos orográficos presentes en el SAR.

Clase	Término geográfico	Nombre	Altitud (m)	UTM X	UTM Y
Elementos Orográficos	Cañada	Cañada del Buey	2043	542080.67	2706854.11
Elementos Orográficos	Cerro	El Tenchonte	2655	547057.08	2711389.69
Elementos Orográficos	Cerro	San Felipe	1965	531765.27	2699500.09
Elementos Orográficos	Cerro	El Sauz	2009	531208.18	2691905.05
Elementos Orográficos	Cerro	El Indio	2180	546347.89	2708295.7
Elementos Orográficos	Cerro	La Purísima	2062	541994.54	2706567.29

Elementos Orográficos	Cerro	La Cantera	2030	543152.42	2705801.71
Elementos Orográficos	Cerro	Peñasco Chino	2163	543588.51	2706690.79
Elementos Orográficos	Cerro	San Aislado	2059	544706.08	2706750.29
Elementos Orográficos	Cerro	El Venado	2311	549068.55	2706740.09
Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Prieto de Tuzeros	2370	550428.83	2705387.65
Elementos Orográficos	Cerro	Castillo Largo	2065	546372.32	2705362.14
Elementos Orográficos	Cerro	El Chivero	2084	547802.37	2704685.16
Elementos Orográficos	Cerro	Manga de Vázquez	2048	545091.79	2704763.99
Elementos Orográficos	Cerro	Malvarte	2011	535928.32	2698271.04
Elementos Orográficos	Cerro	La Cabeza	2250	554238.63	2700535.83
Elementos Orográficos	Cerro	La Cazuela	2117	539942.71	2708216.34
Elementos Orográficos	Cerro	Castillo La Virgen	2091	547551.35	2705160.58
Elementos Orográficos	Cerro	San Antonio	2289	547333.82	2707165.49
Elementos Orográficos	Cerro	El Pelón	2108	549743.5	2700982.03
Elementos Orográficos	Cerro	Ojo de Venado	2249	554461.92	2700002.23
Elementos Orográficos	Cerro	La Tinaja	2211	550895.26	2702755.19
Elementos Orográficos	Cerro	El Tenchonte	2190	547558.59	2706628.56
Elementos Orográficos	Cerro	La Plomosa	2251	554474.43	2700646.12
Elementos Orográficos	Cerro	Coneto	2049	544568.24	2704517.62
Elementos Orográficos	Cerro	Sombreretillo	2360	542913.27	2708147.71
Elementos Orográficos	Cerro	La Cueva	2189	548215.41	2705760.51
Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Prieto del Rayo	2261	550927.28	2703539.54
Elementos Orográficos	Cerro	Catedral	2313	547343.95	2708599.19
Elementos Orográficos	Cerro	El Fraile	2208	548651.28	2702131.09
Elementos Orográficos	Cerro	Los Chorreños	2171	553571.6	2699864.1

Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Blanco	2202	553895.81	2701387.34
Elementos Orográficos	Cerro	La Chorrera	2273	544314.85	2707776.44
Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Prieto	2010	540953.6	2705783.55
Elementos Orográficos	Cerro	La Cruz	2101	548054.94	2705326.99
Elementos Orográficos	Cerro	La Negra	2248	549777.06	2702176.74
Elementos Orográficos	Cerro	Las Escobas	2101	550874.31	2697745.43
Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Prieto	2359	548877.85	2708205.67
Elementos Orográficos	Cerro	El Antrisco	2232	543308.84	2706718.46
Elementos Orográficos	Cerro	Los Chivatos	2183	549420.99	2703161.05
Elementos Orográficos	Cerro	Cerros Los Hermanos	1992	534882.64	2693763.65
Elementos Orográficos	Cerro	El Tránsito	2070	545816.67	2706921.44
Elementos Orográficos	Cerro	Las Tunas	2104	549463.42	2700488.78
Elementos Orográficos	Cerro	Malvartito	1962	536506.38	2697346.9
Elementos Orográficos	Cerro	La Esmeralda	2432	543860.83	2708928.48
Elementos Orográficos	Cerro	Cerro Záraga	1967	534349.25	2682567.38
Elementos Orográficos	Cerro	Castillo de Nava	2147	546624.53	2704414.07
Elementos Orográficos	Cerro	La Cruz	1920	532324.13	2675047.45
Elementos Orográficos	Cerro	Sombreretillo	2049	534827.12	2674778.93
Elementos Orográficos	Llano	La Gobernadora	2229	543667.79	2710478.66
Elementos Orográficos	Loma	La Cieneguita	2300	549227.74	2705593.48
Elementos Orográficos	Puerto Orográfico	La Ciénega	2212	550291	2704411.08
Elementos Orográficos	Sierra	Sierra Mojada	2302	542073.73	2709145.18
Elementos Orográficos	Volcán	La Breña	1980	546906.19	2700374.55
Elementos Orográficos	Volcán	El Jagüey	1946	547463.47	2700850.38

#### IV.2.1.1.4 Tipo de Suelo

De acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO (2006) modificada para México por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional, los suelos presentes en el SAR de acuerdo con la capa edafológica Serie II del INEGI (2014) se presentan en la Tabla IV-14.

**Textura del suelo:** Valor que se refiere a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro.

**Dominio de valores:** 1.- Gruesa; 2.- Media; 3.- Fina

**Limitante física superficial:** características del suelo definido de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, en más del 30% del área, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

**Dominio de valores:**

- Pedregosa (R)
- Gravosa (r).

De acuerdo con la capa edafológica Serie II del INEGI (2014) la textura existente dentro del SAR corresponde en un 60.37% a textura fina con limitante superficial pedregosa y gravosa (arcilloso arenoso) y el 39.63% corresponde a una textura media con limitante superficial pedregosa y gravosa (franco limoso). En la Figura IV-14 se presenta en forma de mapa.

Tabla IV-14. Edafología presente en el SAR.

Clave WRB	Grupo 1	Calif. S. G1	Calif. P. G1	Grupo 2	Calif. S. G2	Calif. P. G2	Grupo 3	Calif. S. G3	Calif. P. G3	Clase Tex	Frudica	Sup. (ha )	(%)
CMcrlep/3R	CM	cr	lep	N	N	N	N	N	N	3	R	257.4253	0.54
CMcrskp/2R	CM	cr	skp	N	N	N	N	N	N	2	R	128.3506	0.27
CMcrskp+PHskplv/2R	CM	cr	skp	PH	skp	lv	N	N	N	2	R	460.5689	0.97
CMeucr+PHlvvr/2	CM	eu	cr	PH	lv	vr	N	N	N	2	N	1,711.51	3.62
LPeusk/2R	LP	eu	sk	N	N	N	N	N	N	2	R	3,526.65	7.46
LPmosk/2R	LP	mo	sk	N	N	N	N	N	N	2	R	402.8689	0.85
LPmosk+LPskli/2R	LP	mo	sk	LP	sk	li	N	N	N	2	R	573.5421	1.21
LPmosk+PHsklep/2R	LP	mo	sk	PH	sk	lep	N	N	N	2	R	188.7107	0.39
LPmosk+RGsklep/2r	LP	mo	sk	RG	sk	lep	N	N	N	2	r	3,357.30	7.1
LPskli/2R	LP	sk	li	N	N	N	N	N	N	2	R	457.9516	0.96
LVcrvr+VRmzcr/2	LV	cr	vr	VR	mz	cr	N	N	N	2	N	1,065.55	2.25
PHapl+CMeucr/2	PH	ap	lv	CM	eu	cr	N	N	N	2	N	141.997	0
PHlv+LVcr/2	PH	N	lv	LV	N	cr	N	N	N	2	N	4.4232	0
PHlvvr+FLmo/2	PH	lv	vr	FL	N	mo	N	N	N	2	N	0.6095	0
PHsklep/2R	PH	sk	lep	N	N	N	N	N	N	2	R	56.3706	0.11

PHsklep+LPmosk/ 2r	PH	sk	lep	LP	mo	sk	N	N	N	2	r	1,114.77	2.35
PHsklep+LPskli/2R	PH	sk	lep	LP	sk	li	N	N	N	2	R	375.8155	0.79
PHsklep+PHsklv/3 R	PH	sk	lep	PH	sk	lv	N	N	N	3	R	370.1066	0.78
PHsklv+FLesk/2R	PH	sk	lv	FL	eu	sk	N	N	N	2	R	718.59	1.5
SNccax+FLskpar/2	SN	cc	ax	FL	skp	ar	N	N	N	2	N	743.3054	1.57
VRlen+CMcrlep/3 R	VR	N	len	CM	cr	lep	N	N	N	3	R	1,575.31	3.33
VRmzcr/3	VR	mz	cr	N	N	N	N	N	N	3	N	516.9232	1.09
VRmzcr/3r	VR	mz	cr	N	N	N	N	N	N	3	r	558.2712	1.18
VRmzcr+CMcrlep/ 2R	VR	mz	cr	CM	cr	lep	N	N	N	2	R	2,772.33	5.86
VRmzcr+CMcrlep/ 3R	VR	mz	cr	CM	cr	lep	N	N	N	3	R	3,719.27	7.86
VRmzcr+LVcrvr/3	VR	mz	cr	LV	cr	vr	N	N	N	3	N	1,605.84	3.39
VRmzcr+PHlvvr/3	VR	mz	cr	PH	lv	vr	N	N	N	3	N	1,518.12	3.21
VRmzlen+CMcrlep /3R	VR	mz	len	CM	cr	lep	N	N	N	3	R	74.5465	0.15
VRmzlep+LPmosk/ 3R	VR	mz	len	LP	mo	sk	N	N	N	3	R	3,515.85	7.43
VRmzlep+CMcrlep /3R	VR	mz	lep	CM	cr	lep	N	N	N	3	R	10,145.57	21.46
VRmzlep+LPmo/2 R	VR	mz	lep	LP	N	mo	N	N	N	2	R	929.5886	1.96
VRmzlep+LPmosk/ 3R	VR	mz	lep	LP	mo	sk	N	N	N	3	R	138.9795	0.29
VRmzpe/3	VR	mz	pe	N	N	N	N	N	N	3	N	967.6438	2.04
VRmzpe+LVap/2	VR	mz	pe	LV	N	ap	N	N	N	2	N	3.617	0.008
VRmzso/3r	VR	mz	so	N	N	N	N	N	N	3	r	525.8178	1.11
VRmzso+CMeucr/ 3r	VR	mz	so	CM	eu	cr	N	N	N	3	r	2,246.01	4.75
H2O	Cuerpo de Agua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	696.2895	1.47
ZU	Localidad	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	103.6503	0.21
<b>Total</b>												<b>47,270.04</b>	<b>100</b>

En la Tabla IV-15 se muestra un resumen de todos los tipos de suelos presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV-15. Resumen de los grupos de suelos presentes en el SAR.

ID	Suelo	Clave
A	Cambisol	CM
B	Fluvisol	FL
C	Leptosol	LP
D	Luvisol	LV
E	Phaeozem	PH
F	Regosol	RG
G	Solonetz	SN



H	Vertisol	VR
---	----------	----

A continuación, se describen cada uno de los grupos de suelos que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

- A) Cambisol (CM):** Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

#### Descripción resumida de Cambisoles

*Connotación:* Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano *cambiare*, cambiar.

*Material parental:* Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas. *Desarrollo del perfil:* Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados. *Ambiente:* Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.

- B) Fluvisol (FL):** Suelo caracterizado por tener una serie de capas estratificadas de sedimentos recientes de origen fluvial, marino o lacustre, por lo menos hasta una profundidad de 50 cm. Los Fluvisoles acomodan suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. El nombre *Fluvisoles* puede ser confuso en el sentido de que estos suelos no están confinados sólo a los sedimentos de ríos (latín *fluvius*, río); también pueden ocurrir en depósitos lacustres y marinos.

#### Descripción resumida de Fluvisoles

*Connotación:* Suelos desarrollados en depósitos aluviales; del latín *fluvius*, río.

*Material parental:* Predominantemente depósitos recientes, fluviales, lacustres y marinos.

*Ambiente:* Planicies aluviales, abanicos de ríos, valles y marismas costeras en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; muchos Fluvisoles bajo condiciones naturales se inundan periódicamente.

*Desarrollo del perfil:* Perfiles con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes, pero puede haber presente un horizonte superficial diferente. Los rasgos *redoximórficos* son comunes, en particular en la parte inferior del perfil.

- C) Leptosol (LP):** Suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso. Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

#### **Descripción resumida de Leptosoles**

*Connotación:* Suelos someros; del griego leptos, fino.

*Material parental:* Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina.

*Ambiente:* Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

*Desarrollo del perfil:* Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

- D) Luvisol (LV):** Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial *árgico*. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el *horizonte árgico* y alta saturación con bases a ciertas profundidades.

#### **Descripción resumida de Luvisoles**

*Connotación:* Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín *luere*, lavar.

*Material parental:* Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

*Ambiente:* se encuentran principalmente en tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas con estación seca y húmeda marcadas.

*Desarrollo del perfil:* Diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial albico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles.

- E) Phaeozem (PH):** Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación). Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

#### **Descripción resumida de Phaeozems**

*Connotación:* Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra.

*Material parental:* Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros.

*Ambiente:* Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

*Desarrollo del perfil:* Un *horizonte mólico* (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial *cámbico* o *árgico*.

- F) Regosol (RG):** Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólico* o *úmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

#### **Descripción resumida de Regosoles**

*Connotación:* Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego *rhegos*, manta.

*Material parental:* material no consolidado de grano fino.

*Ambiente:* Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas.

*Desarrollo del perfil:* Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.

- G) Solonetz (SN):** Suelo que presenta una capa subsuperficial que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte *Árgico*) y un elevado contenido de sodio y magnesio intercambiable dentro de los primeros 100 cm de profundidad del suelo. Los Solonetz son suelos con un horizonte subsuperficial arcilloso, denso, fuertemente estructurado, que tiene una proporción alta de iones Na y/o Mg adsorbidos. Los Solonetz que tienen  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  libre son fuertemente alcalinos (pH de campo > 8.5). Nombres comunes internacionales son suelos alcalinos y suelos sódicos.

#### **Descripción resumida de Solonetz**

*Connotación:* suelos con alto contenido de Na y/o Mg intercambiables; del ruso *sol*, sal.

*Material parental:* Materiales no consolidados, principalmente sedimentos de textura fina.

*Ambiente:* Los Solonetz están normalmente asociados con tierras planas en un clima con veranos secos y calurosos, o con (antiguos) depósitos costeros que contienen alta proporción de iones Na. Las mayores concentraciones de Solonetz están en pastizales planos o suavemente inclinados, francos o arcillosos (generalmente derivados de loess) en regiones semiáridas templadas y subtropicales.

*Desarrollo del perfil:* Suelo superficial negro o pardo sobre un horizonte *nátrico* con elementos estructurales columnares fuertes con la parte superior redondeada. Los Solonetz bien desarrollados pueden tener un horizonte eluvial *álbico* (comenzando) directamente sobre el horizonte *nátrico*. Debajo del horizonte *nátrico* puede haber un horizonte *cálcico* o un horizonte *gípsico*. Muchos Solonetz tienen un pH de campo de alrededor de 8.5, indicativo de la presencia de carbonato de sodio libre.

- H) Vertisol (VR):** Suelo que tiene más de 30% de arcilla en todas sus capas dentro de los primeros 100 cm de espesor, son duros y masivos es seco y forman grietas, buen contenido de carbono orgánico en la capa arable. Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo.

#### **Descripción resumida de Vertisoles**

*Connotación:* Suelos pesados arcillosos, que se mezclan; del latín *vertere*, dar vuelta.

*Material parental:* Sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas.

*Ambiente:* Depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación clímax es sabana, pastizal natural y/o bosque.

*Desarrollo del perfil:* La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca, y formación de *slickensides* y agregados estructurales cuneiformes en el suelo subsuperficial. El micro relieve *gilgai* es peculiar de los Vertisoles, aunque no se encuentra comúnmente.

Tabla IV-16. Resumen de los calificadores de los grupos de suelos presentes en el SAR.

ID	Calificador	Clave
A	Abrúptico	ap
B	Arénico	ar
C	Alcálico	ax
D	Cálcico	cc
E	Crómico	cr
F	Éutrico	eu
G	Endoléptico	len
H	Epiléptico	lep
I	Lítico	li
J	Lúvico	lv
K	Mólico	mo
L	Mázico	mz
M	Pélico	pe
N	Esquelético	sk
O	Epiesquelético	spk
P	Sódico	so
Q	Vértico	vr

A continuación, se describen cada uno de los calificadores de grupos de suelos que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

**A) Abrúptico (ap):** Que tiene un *cambio textural abrupto* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo. **Cambio textural abrupto**

**Descripción general.** Un cambio textural abrupto (del latín *abruptus*) es un incremento muy arcado en el contenido de arcilla dentro de un rango limitado de profundidad.

**Criterios de diagnóstico.** Un cambio textural abrupto requiere 8 por ciento o más arcilla en la capa subyacente y: 1.- duplicar el contenido de arcilla dentro de 7.5 cm si el horizonte suprayacente tiene menos de 20 por ciento de arcilla; o 2.- 2. 20 por ciento (absoluto) de incremento en contenido de arcilla dentro de 7.5 cm si la capa suprayacente tiene 20 por ciento o más arcilla.

- B) Arénico (ar):** Que tiene a textura de arena fina franca o más gruesa en una capa, de 30 cm o más de espesor. Dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.
- C) Alcálico (ax):** Que tiene un pH (1:1 en agua) de 8.5 o más en todo el espesor dentro de 50 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad. **Roca continua. Definición** Roca continua es material consolidado subyacente al suelo, que excluye horizontes pedogenéticos cementados tal como un horizonte *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* y *petroplíntico*. La roca continua es suficientemente consolidada como para permanecer intacta cuando un espécimen seco al aire de 25–30 mm de lado se sumerge en agua durante 1 hora. El material se considera continuo sólo si las grietas dentro de las cuales pueden entrar raíces, están separadas 10 cm o más y ocupan menos del 20% (en volumen) de la roca continua, sin que haya ocurrido un desplazamiento significativo de la roca.
- D) Cálcico (cc):** Que tiene un horizonte *cálcico* o concentraciones de *carbonatos secundarios* que comienzan dentro de los 100 cm de la superficie del suelo. **Horizonte cálcico.**

**Descripción general.** El horizonte cálcico (del latín *calx*, calcáreo) es un horizonte en el cual se ha acumulado carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) secundario o bien en forma difusa (carbonato de calcio presente sólo en forma de partículas finas de menos de 1 mm, dispersadas en la matriz) o como concentraciones discontinuas (pseudomicelios, cutanes, nódulos blandos y duros, o venas). La acumulación puede estar en el material originario, o en horizontes subsuperficiales, pero también puede ocurrir en horizontes superficiales. Si la acumulación de carbonatos blandos se vuelve tal que desaparecen todas o la mayor parte de las estructuras pedológicas y/o litológicas y prevalecen concentraciones continuas de carbonato de calcio, se utiliza el calificador hipercálcico. **Criterios de diagnóstico.** Un horizonte cálcico tiene: 1.- un contenido de carbonato de calcio equivalente en la fracción tierra fina de 15% o más; y 2.- 5 por ciento o más (en volumen) de carbonatos secundarios o un equivalente de carbonato de calcio de 5% o más más alto (absoluto, en masa) que el de una capa subyacente; y 3.- un espesor de 15 cm o más. **Identificación en el campo.** El carbonato de calcio puede identificarse en el campo usando una solución de ácido clorhídrico 1 M (HCl). El grado de efervescencia (sólo audible, visible como burbujas individuales, o como espuma) es un indicio de la cantidad de calcáreo presente. Esta prueba es importante si sólo se encuentran presentes distribuciones difusas. Cuando se desarrolla espuma luego de agregar HCl 1M, esto indica un carbonato de calcio equivalente próximo o mayor del 15%. Otras señales de la presencia de un horizonte cálcico o hipercálcico son:



- colores blancos, rosado a rojizo, o gris (si no está superpuesto con horizontes ricos en carbono orgánico)
- una baja porosidad (la porosidad inter-agregados generalmente es menor que la del horizonte inmediatamente por encima y, posiblemente, también menor que la del horizonte inmediatamente por debajo).

El contenido de carbonato de calcio puede disminuir con la profundidad, pero esto es difícil de establecer en algunos lugares, particularmente si el horizonte cálcico ocurre en el subsuelo profundo. Por eso la acumulación de calcáreo secundario es suficiente para diagnosticar un horizonte cálcico.

**Características adicionales.** La determinación de la cantidad de carbonato de calcio (en masa) y los cambios dentro del perfil de suelo del contenido de carbonato de calcio son los principales criterios analíticos para establecer la presencia de un horizonte cálcico. La determinación del pH (H<sub>2</sub>O) permite diferenciar acumulaciones con un carácter básico (cálcico) (pH 8.0 - 8.7) debido al predominio de CaCO<sub>3</sub>, de aquellas con un carácter ultrabásico (no-cálcico) (pH >8.7) debido a la presencia de MgCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Además, el análisis microscópico de cortes delgados puede revelar la presencia de formas de disolución en horizontes por encima o por debajo de un horizonte cálcico, evidencia de epigénesis de silicato (pseudomorfos de calcita por cuarzo), o la presencia de otras estructuras de acumulación de carbonato de calcio, mientras que el análisis de la mineralogía de arcilla de los horizontes cálcicos frecuentemente muestra arcillas características de ambientes confinados, tales como smectitas, attapulgitas y sepiolitas.

**Relaciones con algunos otros horizontes de diagnóstico.** Cuando los horizontes hipercálcicos se vuelven endurecidos, tiene lugar la transición al horizonte *petrocálcico*, cuya expresión puede ser estructuras masivas o laminares. En regiones secas y en presencia de soluciones del suelo o freáticas ricas en sulfato, los horizontes cálcicos ocurren asociados con horizontes *gípsicos*. Los horizontes cálcico y *gípsico* generalmente (pero no en todos lados) ocupan posiciones diferentes en el perfil de suelo debido a la diferencia en solubilidad del carbonato de calcio y el yeso, y normalmente pueden distinguirse uno de otro con claridad por la diferencia en morfología. Los cristales de yeso tienden a ser aciculares, con frecuencia visibles a simple vista, mientras que los cristales de carbonato de calcio pedogenético son de tamaño mucho más pequeños.

- E) **Crómico (cr):** Que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

- F) Éútrico (eu):** Que tiene una saturación con bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M) de 50% o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua* o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de *roca continua* si la *roca continua* comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
- G) Endoléptico (len):** Que tiene *roca continua* que comienza entre 50 cm y 100 cm de la superficie del suelo.
- H) Epiléptico (lep):** Que tiene *roca continua* que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
- I) Lítico (li):** Que tiene *roca continua* que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en *Leptosoles*).
- J) Lúvico (lv):** Que tiene un *horizonte árgico* que tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M) de 24  $\text{cmolc kg}^{-1}$  arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el *horizonte árgico* tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M) de 50% o más en la mayor parte entre 50 cm and 100 cm de la superficie del suelo.
- K) Mólico (mo):** Que tiene un horizonte mólico. **Horizonte mólico.**

**Descripción general:** El horizonte mólico (del latín mollis, blando) es un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.

**Criterios de diagnóstico:** Un horizonte mólico, después de mezclar los primeros 20 cm del suelo mineral o, si hay presente *roca continua*, un horizonte críico, petrocálcico, petroúirico, petrogípsico o petroplíntico dentro de los 20 cm de la superficie del suelo mineral, todo el suelo mineral por encima, tiene: 1.- una estructura del suelo suficientemente fuerte como para que el horizonte no sea a la vez masivo y duro o muy duro en seco tanto en la parte mezclada como en la subyacente no mezclada si el espesor mínimo es más de 20 cm (prismas de más de 30 cm de diámetro se incluyen en el significado de masivo si no hay estructura secundaria dentro de los prismas); y 2.- colores Munsell con croma de 3 o menos en húmedo, un valor de 3 o menos en húmedo y 5 o menos en seco en muestras rotas tanto en la parte mezclada como en la no mezclada si el espesor mínimo es más de 20 cm. Si hay

40% o más de calcáreo finamente dividido, se omiten los límites del valor en seco; el valor, húmedo, es 5 o menos. El valor es una unidad o más oscuro que el material parental (ambos húmedo y seco), a menos que el material parental tenga un valor de 4 o menos, húmedo, en cuyo caso se omite el requerimiento de contraste de color. Si el material parental no está presente, la comparación debe hacerse con la capa inmediatamente subyacente al horizonte superficial; y 3.- un contenido de carbono orgánico de 0.6% o más tanto en la parte mezclada como en la parte subyacente no mezclada si el espesor mínimo es mayor de 20 cm. El contenido de carbono orgánico es 2.5% o más si los requerimientos de color son omitidos por calcáreo finamente dividido, o 0.6 por ciento más que en el material parental si los requerimientos de color se omiten debido a materiales parentales de color oscuro; y 4.- una saturación con bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M) de 50% o más en promedio ponderado en todo el espesor del horizonte; y 5.- un espesor de uno de los siguientes: a. 10 cm o más si está directamente por encima de roca continua o un horizonte crítico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico o petroplíntico; o b. 20 cm o más y un tercio o más del espesor entre la superficie del suelo mineral y el límite superior de roca continua, o un horizonte cálcico, crítico, gípsico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico, petroplíntico o sálico horizon o material calcárico, flúvico o gipsírico dentro de los 75 cm; o c. 20 cm o más y un tercio o más del espesor entre la superficie del suelo mineral y el límite inferior del horizonte de diagnóstico más profundo dentro de los 75 cm y, si hay alguno, por encima de cualquiera de los horizontes o materiales de diagnóstico listados en b.; o d. 25 cm o más.

**Identificación de campo:** Un horizonte mólico puede identificarse fácilmente por su color oscuro causado por la acumulación de material orgánica, estructura bien desarrollada (generalmente una estructura granular o en bloques subangulares finos), un indicio de alta saturación con bases (e.g.  $\text{pH}_{\text{water}} > 6$ ), y su espesor.

**Relaciones con algunos otros horizontes de diagnóstico:** La saturación con bases de 50% separa al horizonte mólico del horizonte úmbrico, que por lo demás es similar. El límite superior del contenido de carbono orgánico varía de 12 por ciento (20% de material orgánica) a 18 por ciento de carbono orgánico (30% o de material orgánica), que es el límite inferior del horizonte hístico, o 20%, el límite inferior del horizonte fólico. Un tipo especial de horizonte mólico es el horizonte vorónico. Tiene un mayor contenido de carbono orgánico (1.5% o más), una estructura específica (granular o bloques subangulares finos), un color muy oscuro en su parte superior, una actividad biológica elevada, y un espesor mínimo de 35 cm.

**L) Mázico:** Masivo y duro o muy duro en los primeros 20 cm del suelo (*sólo en Vertisoles*).

**M) Pélico (pe):** Que tiene en los primeros 30 cm del suelo un valor Munsell, húmedo, de 3.5 o menos y un croma, húmedo, de 1.5 o menos (*sólo en Vertisoles*).

- N) Esquelético (sk):** Que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
- O) Epiesquelético (skp):** Que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.
- P) Sódico (so):** Que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.
- Q) Vértico (vr):** superficie del suelo. **Horizonte vértico.**

**Descripción general:** El horizonte vértico (del latín *vertere*, dar vuelta) es un horizonte subsuperficial arcilloso que, como resultado de expansión y contracción, presenta superficies pulidas (*slickensides*) y agregados estructurales en forma de cuña.

**Criterios de diagnóstico:** Un horizonte vértico: 1.- contiene 30 por ciento o más de arcilla en todo su espesor; y 2.- tiene agregados estructurales en forma de cuña con un eje longitudinal inclinado entre 10° y 60° respecto de la horizontal; y 3.- tiene *slickensides* (son superficies de agregados pulidas y acanaladas que se producen por agregados que se deslizan uno sobre otro.); y 4.- tiene un espesor de 25 cm o más.

**Identificación de campo:** Los horizontes vérticos son arcillosos, con una consistencia dura a muy dura. Cuando secos, los horizontes vérticos muestran grietas de 1 cm o más de ancho. Es muy obvia la presencia de caras de agregados pulidas, brillantes (*slickensides*), generalmente en ángulos agudos.

**Características adicionales:** El COEL es una medida del potencial de expansión-contracción y se define como la relación de la diferencia entre la longitud húmeda y la longitud seca de un terrón con su longitud seca:  $(L_h L_s) / L_s$ , donde  $L_h$  es la longitud a 33 kPa de tensión y  $L_s$  la longitud en seco. En los horizontes vérticos el COEL es más de 0.06.

**Relaciones con algunos otros horizontes de diagnóstico:** Varios otros horizontes de diagnóstico también pueden tener elevados contenidos de arcilla, por ejemplo, el horizonte *árgico*, *nátrico* y *nítico*. Estos horizontes carecen de la característica típica del horizonte vértico; sin embargo, pueden estar ligados lateralmente en el paisaje, con el horizonte vértico generalmente ocupando la posición más baja.

**Propiedades vérticas. Criterios de diagnóstico:** El material de suelo con propiedades vérticas (del latín *vertere*, dar vuelta) tiene uno o ambos de los siguientes: 1.- 30% o más de arcilla en todo un espesor de 15 cm o más y uno o ambos de los siguientes: e. *slickensides* o agregados en forma de cuña; o f. grietas que se abren y cierran periódicamente y tienen 1 cm o más de ancho; o 2. un COEL de 0.06 o más promediado en una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo.

En el siguiente mapa se pueden apreciar todos los tipos de suelos presentes en el SAR.

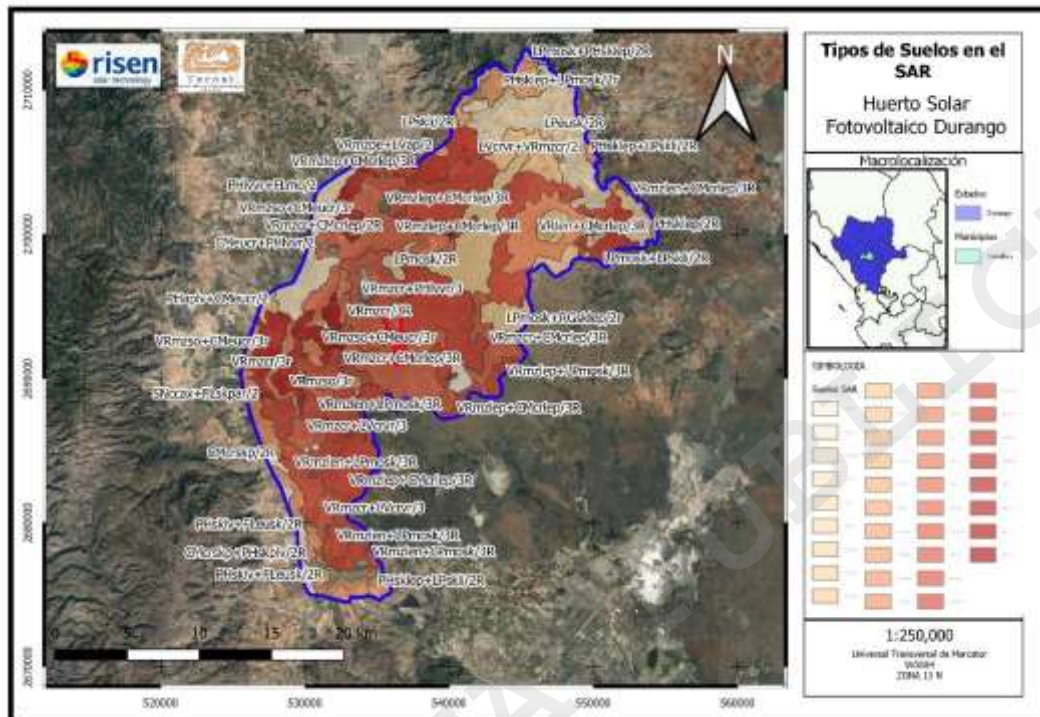


Figura IV-14. Tipos de suelos presentes en el SAR.

#### IV.2.1.1.4.1 Tipos de erosión presentes en el SAR y las posibles causas que originan.

Conforme la Dirección de Geomática de la SEMARNAT (SEMARNAT, 2004). La degradación del suelo presente en el SAR es de tipo química, eólica e hídrica (Tabla IV-17 y Figura IV-15). Tanto la erosión hídrica y eólica incluyen procesos en los cuales hay desplazamiento de material del suelo; mientras que en la degradación química y física hay procesos que ocasionan el deterioro interno del suelo.

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua que por su acción se puede deformar el terreno y originar cavernas y cárcavas. Por otro lado, en la erosión eólica el agente de cambio del terreno es el viento que, con fuerza, levanta las partículas de suelo y las moviliza en distintas direcciones. La degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y está fuertemente asociada con el incremento de la agricultura. La degradación física se refiere a un cambio en la estructura del suelo cuya manifestación más conspicua es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua (CONABIO, 2012).



Tabla IV-17. Degradación presente en el SAR.

Tipo	Grado	Causa	Sup. (ha)	%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas/Sobrepastoreo	8,192.07	17.33
		Sobrepastoreo	29,417.70	62.23
	Moderado	Actividades agrícolas/Sobrepastoreo	2,810.84	5.95
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	Ligero	Actividades agrícolas/Sobrepastoreo	11.5868	0.02
	Ligero	Sobrepastoreo	5,538.70	11.72
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Moderado	Sobrepastoreo	1,090.64	2.31
Sin erosión	N/A	N/A	208.5128	0.44
Total			47,270.04	100

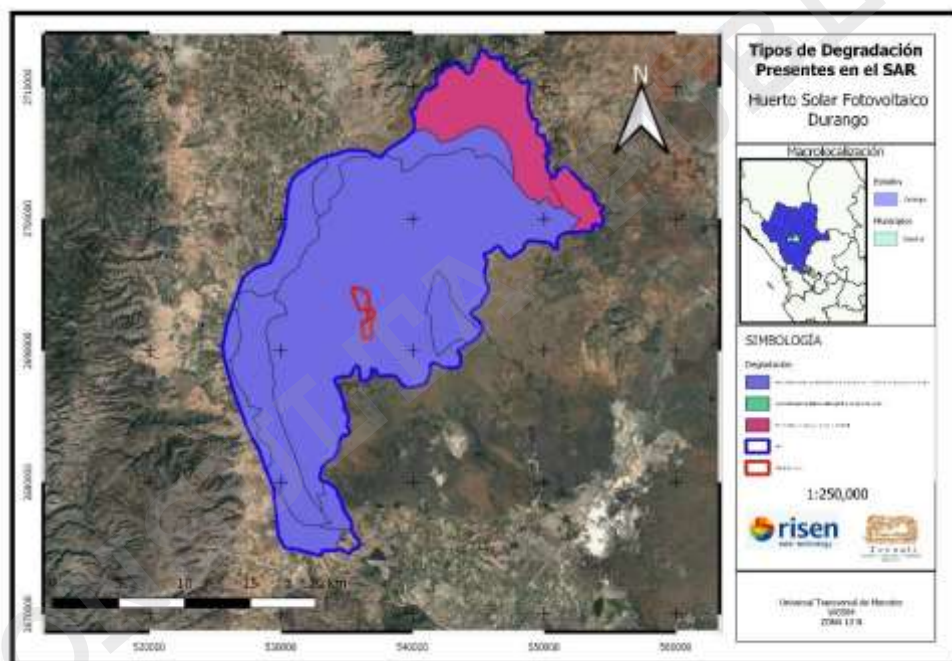


Figura IV-15. Tipos de degradación presentes en el SAR.

Respecto a lo anterior, se realizó la consulta del conjunto de datos de erosión del suelo Serie I del INEGI a escala 1: 250,000 (INEGI, 2013), encontrando que en el SAR existen los tipos de erosiones y sus respectivos porcentajes siguientes:



Tabla IV-18. Tipos de erosión presentes en el SAR.

Clave de la unidad de erosión del suelo	Tipo de erosión dominante	Forma de erosión dominante	Grado de erosión dominante	Tipo de erosión secundaria	Forma de erosión secundaria	Grado de erosión secundaria	Sup (ha)	%
EO	Eólica	Otro	N/A	N	N	N	475.1071	1.01
EO+HL1	Eólica	Otro	N/A	Hídrica	Laminar	Leve	525.7751	1.11
H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	838.2333	1.77
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	N	N	N	1,561.48	3.3
HL1+HC1	Hídrica	Laminar	Leve	Hídrica	Cárcavas	Leve	3,542.02	7.49
HL1+HS1	Hídrica	Laminar	Leve	Hídrica	Surcos	Leve	28,431.81	60.15
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	N	N	N	357.3941	0.76
HL2+HC1	Hídrica	Laminar	Moderado	Hídrica	Cárcavas	Leve	1,008.54	2.13
HL2+HS1	Hídrica	Laminar	Moderado	Hídrica	Surcos	Leve	2,566.73	5.43
HL3	Hídrica	Laminar	Fuerte	N	N	N	224.0104	0.48
HS1+HL1	Hídrica	Surcos	Leve	Hídrica	Laminar	Leve	572.889	1.21
SE	Sin erosión aparente	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,062.40	14.94
ZU	Localidad	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	103.6457	0.22
<b>Total</b>							<b>47,270.04</b>	<b>100</b>

SE: sin erosión evidente.

A continuación, se muestra una breve descripción de cada tipo de erosión.

- A) **EO: Eólica otra:** Esta se refiere a todas aquellas áreas que presentan problemas de erosión eólica y donde la estimación o medición es bastante compleja. Su identificación es directamente en campo, en ocasiones se puede apreciar pequeñas capas de arena sobre la superficie o bien zonas con actividades agrícolas generalmente de temporal o nomadismo, cultivos abandonados o uso pecuario extensivo y presencia de tolvaneras.
- B) **HL1: Erosión hídrica laminar de grado leve:** La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.
- C) **HC1: Erosión Hídrica en Cárcavas de Grado Leve:** Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 cm y 100 cm. La separación entre una cárcava y otra es aproximadamente de 50 m o más por lo que se aprecian sólo de manera aislada, pueden incluir algunas cárcavas que también cumplen la definición de surcos.
- D) **HS1: Erosión Hídrica en Surcos Grado leve:** La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de

canalillos, pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.

- E) **HL2: Erosión Hídrica Laminar de grado Moderado:** Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
- F) **HL3: Erosión Hídrica Laminar Grado Fuerte:** Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantes (más de 10 cm de profundidad), montículos (más de 5 cm de profundidad), fragmentos gruesos, afloramientos de roca o cementación, alternados con zonas menos afectadas.

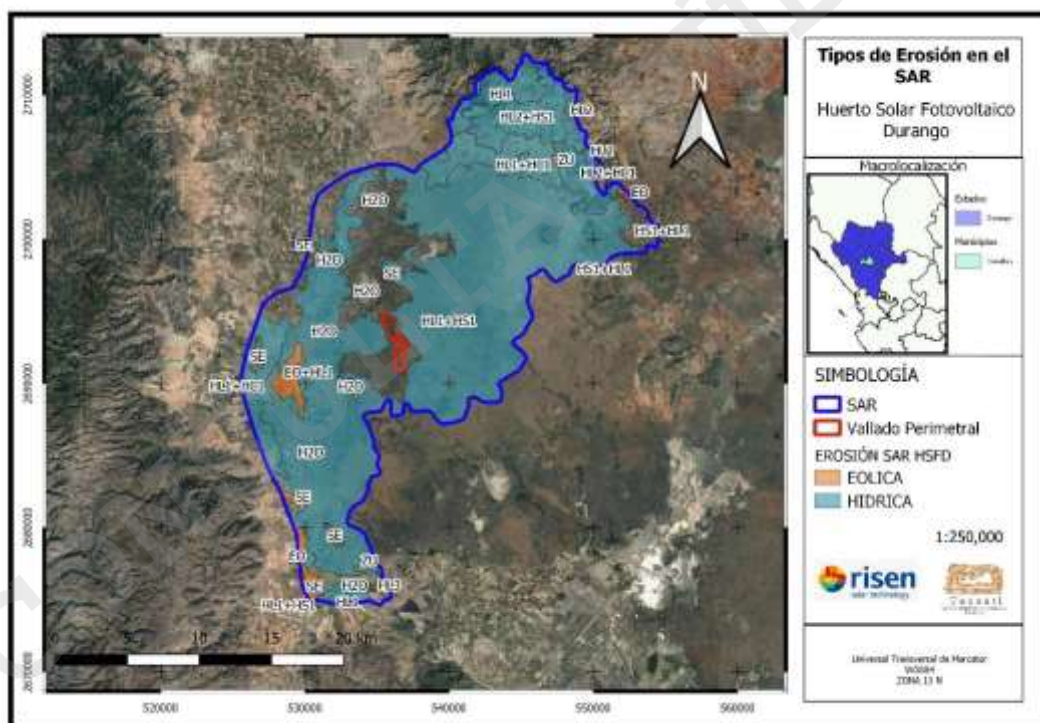


Figura IV-16. Tipos de erosión presentes en el SAR.

#### IV.2.1.1.4.2 Estimación de la erosión hídrica en el SAR

A continuación, se presentan de forma general los factores involucrados en el proceso de erosión y su desarrollo, basándonos en la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978. Con esto se pretende conocer el estado actual del suelo de la **Microcuenca que se denomina Sistema Ambiental Regional (SAR) para fines de este estudio**, en

cuanto a degradación erosiva se refiere, con el fin de tener una mayor perspectiva sobre los impactos ambientales que pudieran generarse con la realización del proyecto sobre el componente suelo. (Las hojas de cálculo de la erosión hídrica en formato Excel se presentan en el **Anexo 1**).

Ecuación universal de pérdida de suelo:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

- A** = Pérdida de suelo (ton/ha/año).
- R** = Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).
- K** = Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).
- L** = Factor por longitud de pendiente (adimensional).
- S** = Factor por grado de pendiente (adimensional).
- C** = Factor por cubierta vegetal (adimensional).
- P** = Factor por prácticas de manejo (adimensional).

Cada uno de los valores de la EUPS se calculó de acuerdo a las características del área de estudio. Esto se llevó a cabo con el apoyo de capas de información geográfica del INEGI escala 1:250,000 y 1:1, 000,000; así como Modelos Digitales de Elevación (MDE) escala 1: 50,000 (Tabla IV-19).

Tabla IV-19. Capas de Información Geográfica para Implementar la EUPS.

CAPA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	FACTOR
Capa con valor especificado del factor R	R
Tipos de suelo	K
(MDE)	L, S
Uso del suelo y vegetación	C

A continuación, se define cada uno de los factores, así como sus valores determinados para el SAR.

#### IV.2.1.1.4.2.1 Factor de Erosividad de la lluvia (R)

La erosividad de la lluvia se refiere a la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo; esta es medida por medio de los índices de erosividad (Figueroa et al., 1991). Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo. Cortés (1991), propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (Anexo 2) para estimar el valor de R de la EUPS (Tabla IV-20 ).

Tabla IV-20. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana.

Región	Ecuaciones	
	R=EL30; P=Lluvia media anual	R2
I	$R = 1.20785P - 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.45552P - 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.67516P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559xP - 0.002983P^2$	0.92
v	$R = 3.48801P - 0.000188P^2$	0.94
VI	$R = 6.68471P - 0.001680P^2$	0.9
VII	$R = 0.03338P - 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.99671P - 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.04579P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.89375P - 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.77448P - 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.46190P - 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.74273P - 0.001008P^2$	0.97
XIV	$R = 1.50046P - 0.002640P^2$	0.95

Fuente: Cortes, 1991.



Figura IV-17. Regiones en México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo a la región donde se encuentra el área de interés y una precipitación media anual, el factor R para el cálculo de la pérdida de suelo en cualquier modalidad será:

$$Y=3.67516x - 0.001720X^2$$

Donde:

Y=Factor R.

X = Precipitación media anual.

La precipitación media anual se obtuvo del proceso de isoyetas en ArcGIS utilizando los valores obtenidos de las normales climatológicas, para cada rango de precipitación se obtuvo un valor de R (Tabla IV-21).

Tabla IV-21. Valores del factor R por rango de precipitación en el SAR.

FACTOR R EROSIVIDAD DE LA LLUVIA (MJ mm/ha hr año) ECUACIÓN DE EROSIVIDAD REGIÓN 3 $Y=3.67516x - 0.001720x^2$		
CONSTANTES	PRECIPITACIÓN	FACTOR R
3.67516	550.90	2546.650
0.00172	552.00	2552.779
	553.50	2561.144

La distribución del factor de erosividad de la lluvia se observa en la Figura IV-18.



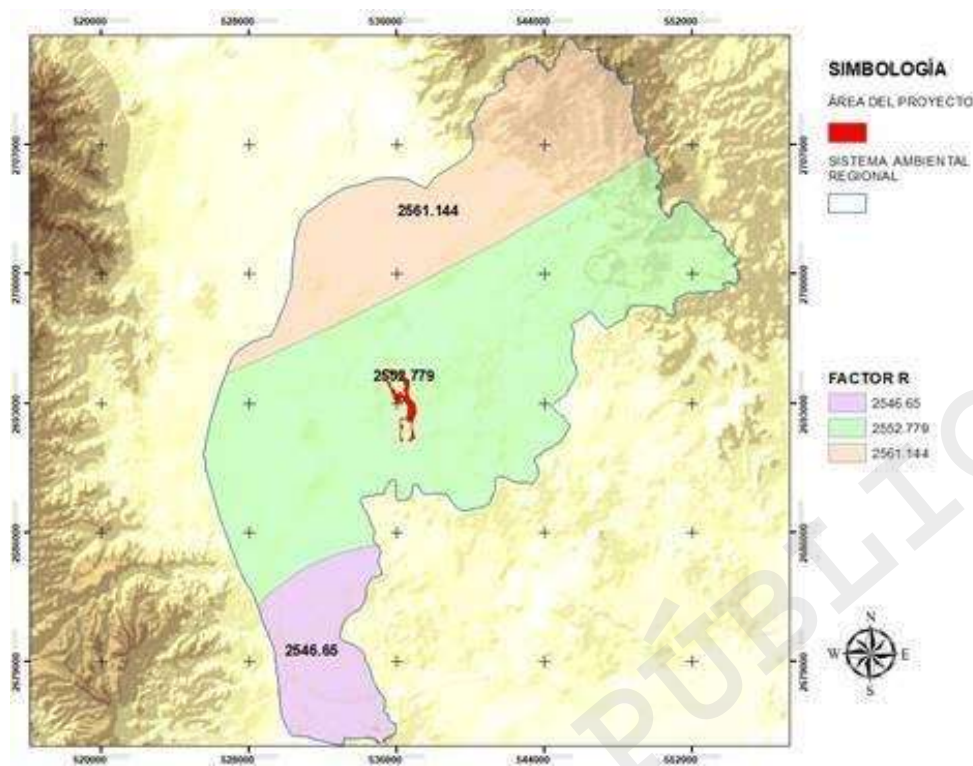


Figura IV-18. Distribución espacial del factor de erosividad de la lluvia (R).

#### IV.2.1.1.4.2.2 Erosionabilidad del suelo (ton/ha)

La erosionabilidad se refiere a la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías: las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

La erosividad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural y esta, a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Las principales propiedades físicas del suelo que influyen en este factor son:

**Textura del suelo.** Es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de



abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

**Profundidad del suelo.** Se refiere a la profundidad que pueden alcanzar las raíces sin encontrar impedimentos físicos o químicos para su desarrollo. Mientras más profundo sea el suelo superficial y mayor el espesor del material disponible para las raíces de las plantas, la erosión puede ocurrir sin pérdidas irreparables en la capacidad productiva.

**Estructura.** Este término se refiere a la forma en la que se agrupan los diferentes componentes del suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) en agregados o peds; el patrón de acomodo de los agregados y los poros del suelo definidos por la estructura, influyen sobre el movimiento del agua y la aireación del suelo. Los principales tipos de estructura son granular, laminar, prismática y blocosa.

- **Granular.** Los agregados o peds tienen forma de gránulos y pueden medir de 1 a 10 mm de diámetro. Cuando los agregados son especialmente porosos, es común utilizar el término "migajón". Esta estructura es característica del horizonte A, o de horizontes con alto contenido de materia orgánica. Son los menos erosionables.
- **Laminar.** Estructura donde los agregados tienen un arreglo en placas o láminas delgadas. La mayor parte de las veces la formación de esta estructura depende del material parental del suelo, sin embargo, en algunos casos se puede originar por la compactación de las arcillas del suelo por maquinaria pesada. Son suelos erosionables.
- **Bloques.** Son parecidos a cubos, miden de 5 a 50 mm. Se encuentran en horizonte B, especialmente en zonas húmedas. También se pueden encontrar en el horizonte A. Son suelos erosionables.
- **Columnar y prismática.** Los peds (partículas estructurales de suelo) están orientados verticalmente en prismas o columnas que pueden llegar a medir hasta 15 cm o más de diámetro. Estos tipos de estructuras son generalmente encontrados en el horizonte B y son más comunes en suelos de zonas áridas y semiáridas. Son suelos erosionables.
- **Suelo sin estructura.** No hay agregación visible o no hay un ordenamiento de las líneas naturales de fisura. Si el material es coherente se forma aglomerado y si no es coherente se forma como grano suelto. Son suelos erosionables.

**Estabilidad de agregados.** Se refiere a la capacidad que tienen los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física. Cuando se disminuye el espacio poroso total, la capacidad de infiltración tiende a bajar.

**Porosidad.** Se considera que el 50% del volumen del suelo se encuentra ocupado por la fracción porosa, la cual, dependiendo del tamaño de los poros, esta utilizada por aire, agua disponible y micro-organismos.

**Compactación.** Es el resultado de la alteración del espacio poroso de los suelos, provocado por el uso inadecuado de prácticas en los sistemas de producción.

**Consistencia.** Es la resistencia que ofrece a la deformación una masa de suelo bajo condiciones específicas de humedad. La consistencia varía según el estado de humedad, por lo que se determina con el suelo seco, húmedo y mojado.

**Infiltración y permeabilidad.** La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración disminuye hasta alcanzar un valor casi constante a medida que la precipitación se prolonga y es entonces cuando empieza el escurrimiento.

**Materia orgánica (MO).** Los suelos sin MO, son suelos pobres, susceptibles a la erosión y poco favorables para el crecimiento de las plantas.

Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, la FAO propuso un método sencillo para estimar el factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K misma **que se encuentra en el Anexo 1**, resultado lo siguiente (Tabla IV-22). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología del INEGI contienen esta información.

Tabla IV-22. Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

FACTOR K EROSIBILIDAD DEL SUELO (ton/hr/Mj mm)					
CLAVE	UNIDAD	SUBUNIDAD	TEXTURA	FACTOR K	
Hh+I+Re/2/L	Feozem	háplico	Media	0.02	
Hh+XI+E/2/P	Feozem	háplico	Media	0.02	
I+Re+Vc/2	Litosol		Media	0.02	
I+Vp/2	Litosol		Media	0.02	
KI+XI+Vp/2	Castañoze	lúvico	Media	0.04	
Vc+Ws+Xh/3/sn	Vertisol	crómico	Fina	0.026	
Vc+XI+Re/3/L	Vertisol	crómico	Fina	0.026	
Vp+I+XI/3	Vertisol	pélico	Fina	0.026	
Xh+Xk+We/2	Xerosol	háplico	Media	0.079	
XI+Vp/3/P	Xerosol	lúvico	Fina	0.026	

De acuerdo con la Tabla IV-22, una vez conocida la unidad y clase textural de los suelos que componen el área de estudio, se determinó el valor de la erosionabilidad del suelo (Figura IV-19).

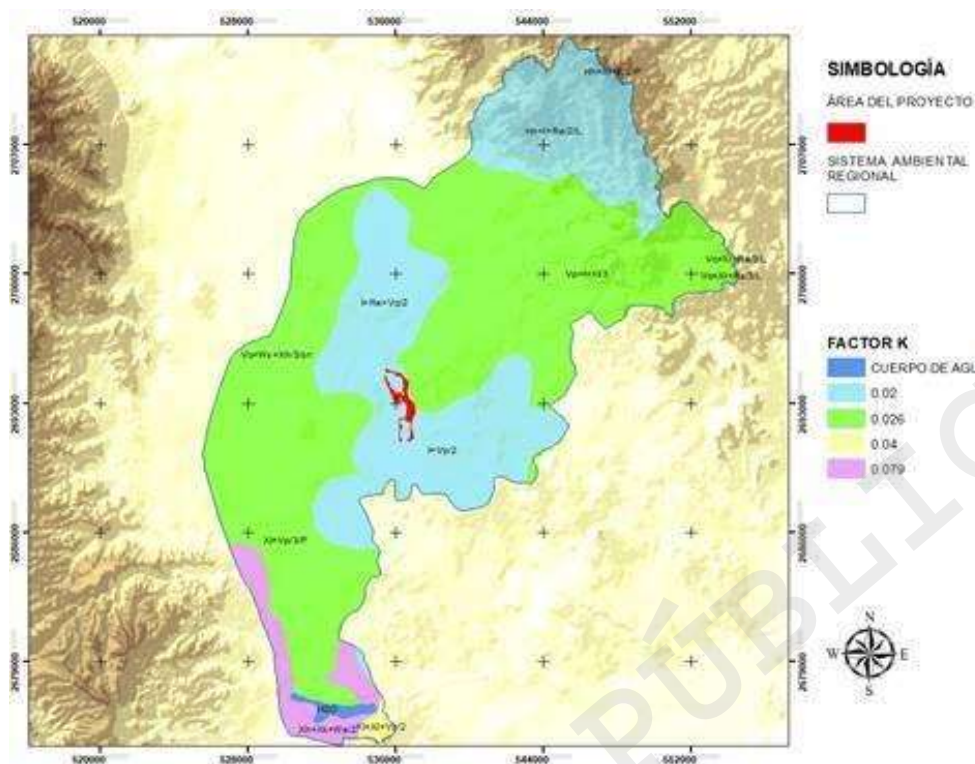


Figura IV-19. Distribución espacial del factor de erodabilidad del suelo (K).

#### IV.2.1.1.4.2.3 Factor de longitud de la pendiente (Adimensional)

Está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$L[x/22.13]^m$$

Donde:

**x** = Longitud en metros.

**m** = 0.5 (pendiente mayor a 5%).

**m** = 0.40 (pendiente entre 3% y 5%).

**m** = 0.30 (pendiente entre 1% y 3%).

**m** = 0.20 (pendiente menor 1%).

#### IV.2.1.1.4.2.4 Factor S grado de la Pendiente (Adimensional)

A medida que el grado de inclinación se incrementa, las pérdidas de suelo también aumentan. En este caso se utilizará la siguiente fórmula (Viramontes, 2012);

$$S = 13.8 \operatorname{sen}\theta + 0.03 (< 9\%)$$

$$S = 16.8 \operatorname{sen}\theta + 0.50 (\geq 9\%)$$

Los factores L y S de la ecuación universal de pérdida de suelo, pueden calcularse juntos. En la Figura IV-20 se muestra la distribución de dicho factor en el SAR.

Tabla IV-23. Valores de los Factores L y S.

FACTOR LS LONGITUD Y GRADO DE PENDIENTE (adimensional)				
PENDIENTE (%)	SENO DE $\theta$	FACTOR L	FACTOR S	FACTOR LS
0.00-3.00	0.015	1.569	0.237	0.372
3.01-5.00	0.040	1.823	0.582	1.060
5.01-9.00	0.070	2.118	0.994	2.104
9.01-25.00	0.168	2.118	2.316	4.904
25.01-40.00	0.309	2.118	4.692	9.937
>40.01	0.447	2.118	7.013	14.851

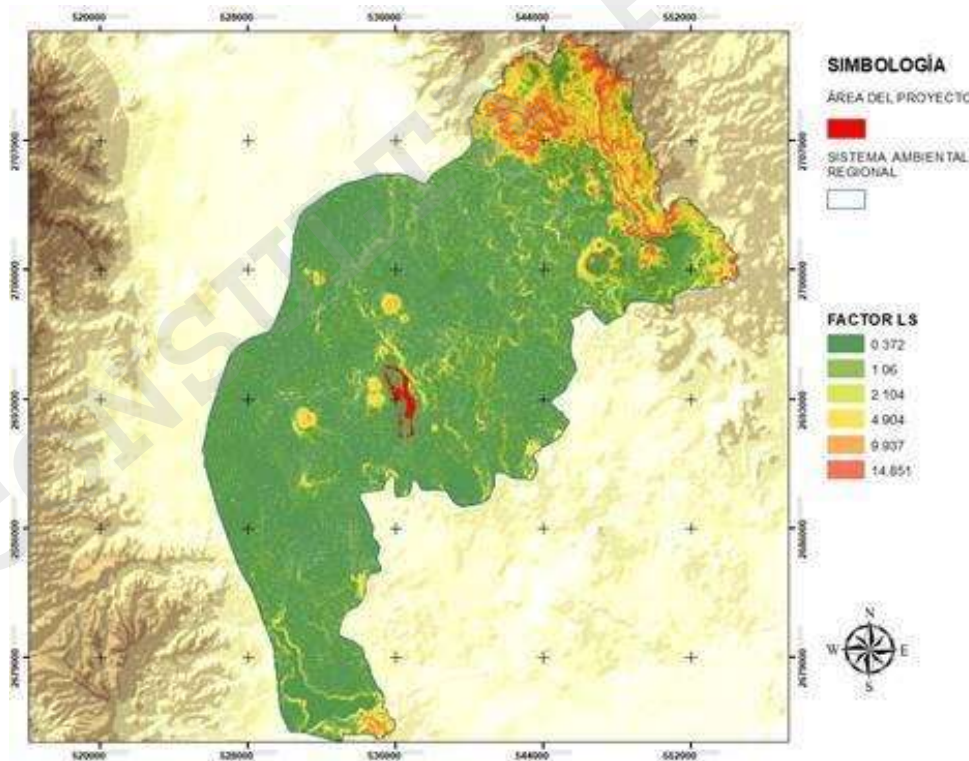


Figura IV-20. Distribución espacial del factor de LS o Longitud Pendiente dentro del SAR.

IV.2.1.1.4.2.5 Factor de manejo y cobertura C

Es el factor más importante en el control de la erosión. La cubierta vegetal comprende a la vegetación (natural y cultivada) y los residuos de cosecha (Loredo et al., 2007). La siguiente tabla indica valores relativos a este factor de acuerdo al tipo de vegetación.

Tabla IV-24. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo (EUPS).

Clave	Descripción	Factor C
ADV	Área desprovista de vegetación	0.038
AH	Urbano construido	0
BQ	Bosque de encino	0.0009
H2O	Agua	0
MC	Matorral crasicaule	0.084
PH	Pastizal halófilo	0.045
PI	Pastizal inducido	0.038
PN	Pastizal natural	0.038
RA	Agricultura de riego anual	0.75
RP	Agricultura de riego permanente	0.75
TA	Agricultura de temporal anual	0.75
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.0009
VSa/MC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	0.084

Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2831/ramirezleon.pdf?sequence=1>

De la Tabla anterior, se obtuvieron valores que asemejan la cobertura de los tipos de cultivos dominantes presentes en el SAR, los cuales se presentan en la Tabla IV-25.

Tabla IV-25. Valores de del factor C que se pueden utilizar en la EUPS.

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.02	0.05	0.10
Trébol	0.025	0.05	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
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	0.10	0.18	0.25
Pastizal en buenas condiciones	0.01	0.054	
Pastizal sobre pastoreado	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		

Cacahuate	0.4 a 0.8
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3
Piña	0.1 a 0.3

En la Tabla IV-26, se presentan valores de “C” para vegetación de matorrales y arbolados, a partir de ella se tomaron los valores de C para los tipos de vegetación del SAR.

Tabla IV-26. Valores de C para la EUPS.

FACTOR C PARA PRADERAS PERMANENTES, TERRENOS BALDÍOS Y BOSQUES PASTOREADOS										
COBERTURA AÉREA		%	CUBIERTA SUPERFICIAL EN CONTACTO CON EL TERRENO							
TIPO Y ALTURA	COBERTURA AÉREA	TIPO	% DE SUELO CUBIERTO							
			0	20	40	60	80	95+		
No apreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.42	0.012	0.003		
		W	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043	0.011		
Herbáceas, pastos largos o matorral con altura media de caída de gotas menor a 0.90 metros	25	G	0.36	0.17	0.09	0.038	0.013	0.003		
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011		
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003		
		W	0.26	0.16	0.11	0.076	0.039	0.011		
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.032	0.011	0.003		
		W	0.17	0.12	0.09	0.068	0.038	0.011		
Arbustos o matorrales, con altura media de caída de gotas de 1.95 metros	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003		
		W	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011		
	50	G	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012	0.003		
		W	0.34	0.19	0.13	0.082	0.041	0.011		
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003		
		W	0.28	0.17	0.12	0.078	0.04	0.011		
Árboles, pero sin apreciable cubierta arbustiva o de matorral. Altura media de caída de gotas menores de 4 metros	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003		
		W	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011		
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003		
		W	0.39	0.21	0.14	0.087	0.0422	0.011		
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.013	0.003		
		W	0.36	0.2	0.13	0.084	0.042	0.011		

G = Cubierta superficial está compuesta por pasto o material en descomposición; W = LA cubierta superficial está compuesta de herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos.

En el SAR, los tipos de cobertura forestal más representativos son: Pastizal Natural (PN) y Matorral Crasicaule (MC) tal y como se puede apreciar en la Tabla IV-27.



Tabla IV-27. Usos de suelo presentes en el SAR.

TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	RA	770.668	1.63%
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	RP	981.1	2.08%
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	TA	7485.116	15.83%
AGUA	H2O	395.193	0.84%
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	ADV	394.247	0.83%
BOSQUE DE ENCINO	BQ	162.936	0.34%
MATORRAL CRASICAULE	MC	8274.797	17.51%
PASTIZAL HALÓFILO	PH	2960.244	6.26%
PASTIZAL INDUCIDO	PI	5291.548	11.19%
PASTIZAL NATURAL	PN	10268.649	21.72%
URBANO CONSTRUIDO	AH	213.982	0.45%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	VSa/BQ	811.458	1.72%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	VSa/MC	3063.498	6.48%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	VSa/PN	6196.608	13.11%
<b>TOTAL</b>		<b>47270.044</b>	<b>100%</b>

Tabla IV-28. Valores de C para los USV del el SAR.

FACTOR C POR CUBIERTA VEGETAL (adimensional)	
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	FACTOR C
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	0.500
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	0.500
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	0.500
AGUA	0.000
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	0.450
BOSQUE DE ENCINO	0.090
MATORRAL CRASICAULE	0.076
PASTIZAL HALÓFILO	0.060
PASTIZAL INDUCIDO	0.032
PASTIZAL NATURAL	0.032
URBANO CONSTRUIDO	0.450
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	0.040
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	0.076
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	0.032

Una vez presentando los tipos de cobertura que existen en el SAR se les asignó un valor para el factor C, la distribución se observa en la Figura IV-21.

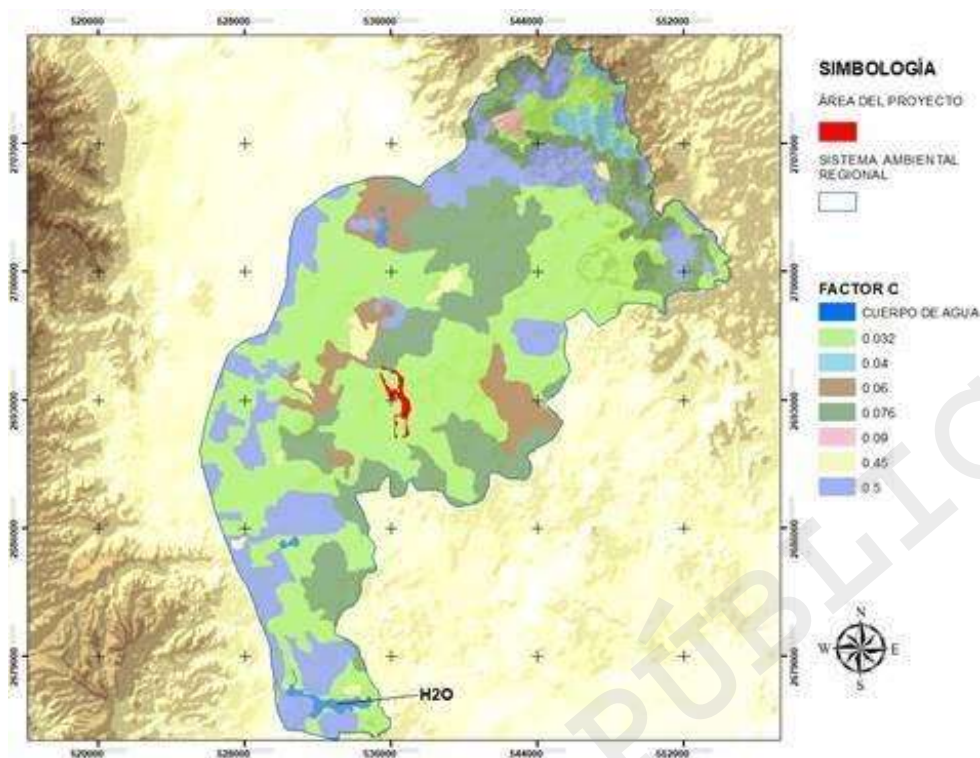


Figura IV-21. Factor de Cobertura C

#### IV.2.1.1.4.2.6 Factor por prácticas de manejo (Adimensional)

Es un factor atenuante en el proceso erosivo. En la EUPS el valor de P varia de 0 a 1 (el valor de 1 es cuando no se tienen obras de conservación de suelos). Este factor cabe mencionar, es adimensional como en el caso de los factores L, S y C de la EUPS.

Una vez determinados los valores los factores de la EUPS, se unieron cada uno de estos factores entre sí para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el SAR. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se identifica por los siguientes niveles:

Tabla IV-29. Niveles de pérdida de suelo en el SAR.

NIVEL	RANGO (ton/ha/año)
Muy Ligero	0 a5
Ligero	5 a 10
Moderado	10 a 50
Severo	50 a 200
Muy Severo	>200

Fuente: Loredó *et al.*, 2007.

Esta clasificación, considera la clasificación propuesta por Loredó et al., 2007, sin embargo, se agregaron dos niveles más: *Muy Ligera* y *Muy Severa* con el objetivo de obtener una caracterización menos generalizada. En la siguiente tabla se muestra la superficie que ocupa cada una de las clases de erosión hídrica dentro del SAR.

Tabla IV-30. Superficie por nivel de erosión en el SAR.

NIVEL DE EROSIÓN HIDRICA		
NIVEL	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
MUY LIGERO	29,935.650	63.33%
LIGERO	3,876.393	8.20%
MODERADO	11,018.174	23.31%
SEVERO	1,736.212	3.67%
MUY SEVERO	258.276	0.55%
NO APLICA	445.339	0.94%
<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>100.000%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, el nivel de erosión *MUY LIGERO* es el que domina, representado el 63.33% de la superficie de la microcuenca, esto debido a que los tipos de vegetación presentes conservan moderadamente su cobertura vegetal, además de que la pendiente y la precipitación son bajas.

El tipo de erosión *Muy Severa* presenta 0.55% de la superficie del SAR, que considera una cantidad mayor a las 200 toneladas por ha, esto se debe a que existen muchas partes de agricultura, así mismo es el nivel menos representativo de los niveles de erosión con el porcentaje antes mencionado de la superficie del SAR, es importante mencionar que de acuerdo con las capas de USV y Edafología se encontraron cuerpos de agua, a los cuales se les asignó un Factor de 0, correspondientemente, por lo que la erosión hídrica en esas superficies no aplica.

En la Figura IV-22 se muestra la distribución de los niveles de erosión hídrica del suelo en el SAR.

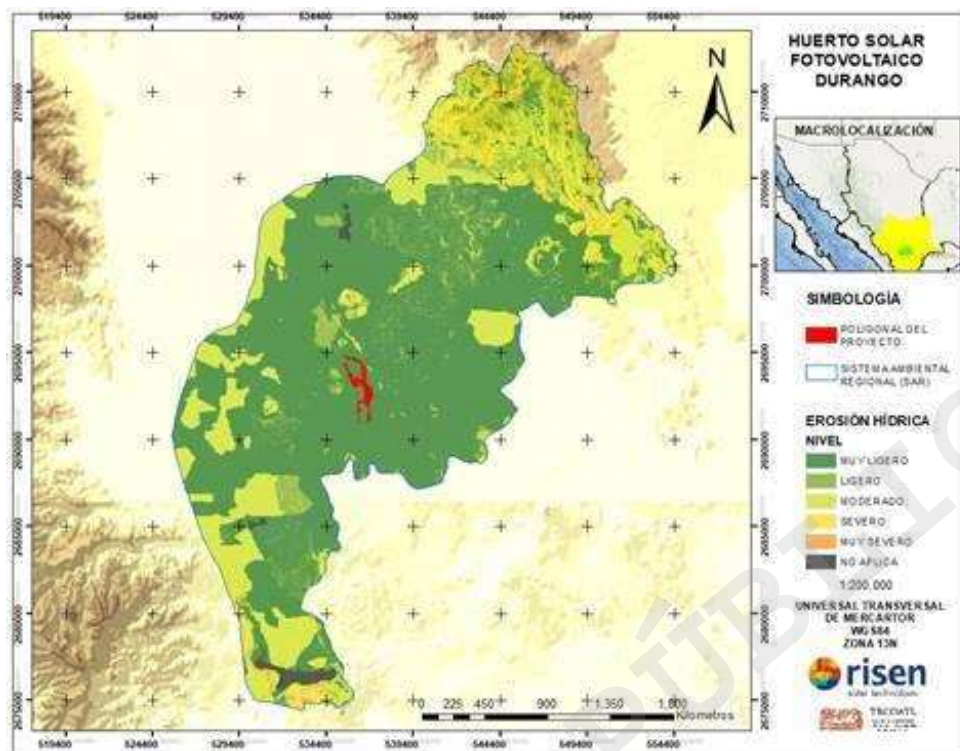


Figura IV-22. Erosión Hídrica en el suelo del SAR.

#### IV.2.1.1.4.2.7 Erosión del suelo por tipo de cobertura vegetal

Para tener un panorama más claro sobre la pérdida de suelo en área del proyecto, esta se desglosa por tipo de vegetación encontrada en la microcuenca. En las siguientes tablas se puede observar la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS se obtuvo la erosión en ton/ha/año.

Tabla IV-31. Valores de la erosión hídrica en la cobertura vegetal de Agricultura De Riego Anual.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
AGRI							
CULT	2,546.650	0.000	0.372	0.500	0.000	11.876	0.000
URA	2,546.650	0.026	0.372	0.500	12.316	182.417	2,246.575
DE							
RIEG	2,546.650	0.026	1.060	0.500	35.093	44.189	1,550.717
O	2,546.650	0.026	2.104	0.500	69.656	4.616	321.532
ANU	2,546.650	0.026	4.904	0.500	162.354	1.108	179.888
AL	2,546.650	0.079	0.372	0.500	37.420	176.390	6,600.598
	2,546.650	0.079	1.060	0.500	106.628	46.652	4,974.420
	2,546.650	0.079	2.104	0.500	211.647	10.789	2,283.459

2,546.650	0.079	4.904	0.500	493.306	10.449	5,154.559
2,546.650	0.079	9.937	0.500	999.589	0.170	169.930
2,552.779	0.026	0.372	0.500	12.345	250.394	3,091.174
2,552.779	0.026	1.060	0.500	35.177	21.024	739.567
2,552.779	0.079	0.372	0.500	37.511	9.646	361.827
2,552.779	0.079	1.060	0.500	106.885	0.948	101.327
<b>TOTAL</b>					<b>770.668</b>	<b>27,775.574</b>

Tabla IV-32. Valores de la erosión hídrica en la cobertura vegetal de agricultura De Riego Permanente.

AGRI CULT URA DE RIEG O PER MAN ENTE	EROSIÓN HIDRÍCA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
	2552.779	0.026	0.372	0.500	12.345	82.654	1,020.383
	2552.779	0.026	1.060	0.500	35.177	6.539	230.024
	2561.144	0.026	0.372	0.500	12.386	832.891	10,315.932
	2561.144	0.026	1.060	0.500	35.293	59.016	2,082.826
	<b>TOTAL</b>					<b>981.100</b>	<b>13,649.165</b>

Tabla IV-33. Valores de la erosión hídrica en la cobertura vegetal de agricultura de Temporal Anual.

	EROSIÓN HIDRÍCA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
	2,546.65	0	0.372	0.5	0	5.264	0
	2,546.65	0.02	0.372	0.5	9.474	7.399	70.095
	2,546.65	0.02	1.06	0.5	26.994	3.035	81.928
AG RIC ULT UR A DE TE MP OR AL AN UAL	2,546.65	0.026	0.372	0.5	12.316	336.308	4,141.84
	2,546.65	0.026	1.06	0.5	35.093	75.782	2,659.41
	2,546.65	0.026	2.104	0.5	69.656	7.971	555.228
	2,546.65	0.026	4.904	0.5	162.354	0.654	106.18
	2,546.65	0.04	0.372	0.5	18.947	0.771	14.608
	2,546.65	0.04	1.06	0.5	53.989	3.71	200.299
	2,546.65	0.04	2.104	0.5	107.163	6.829	731.816
	2,546.65	0.04	4.904	0.5	249.775	4.345	1,085.27
	2,546.65	0.04	9.937	0.5	506.121	0.691	349.73
	2,546.65	0.04	14.851	0.5	756.406	0.627	474.267
	2,546.65	0.079	0.372	0.5	37.42	532.413	19,923.15
	2,546.65	0.079	1.06	0.5	106.628	202.445	21,586.35
	2,546.65	0.079	2.104	0.5	211.647	50.404	10,667.86
	2,546.65	0.079	4.904	0.5	493.306	28.704	14,159.87

2,546.65	0.079	9.937	0.5	999.589	1.612	1,611.34
2,546.65	0.079	14.851	0.5	1,493.90	1.474	2,202.01
2,552.78	0.02	0.372	0.5	9.496	424.805	4,034.09
2,552.78	0.02	1.06	0.5	27.059	137.655	3,724.87
2,552.78	0.02	2.104	0.5	53.71	48.067	2,581.70
2,552.78	0.02	4.904	0.5	125.188	105.941	13,262.57
2,552.78	0.02	9.937	0.5	253.67	29.073	7,374.94
2,552.78	0.02	14.851	0.5	379.113	14.138	5,359.90
2,552.78	0.026	0.372	0.5	12.345	2,015.42	24,880.79
2,552.78	0.026	1.06	0.5	35.177	385.745	13,569.47
2,552.78	0.026	2.104	0.5	69.824	50.376	3,517.43
2,552.78	0.026	4.904	0.5	162.745	48.205	7,845.11
2,552.78	0.026	9.937	0.5	329.771	21.736	7,167.89
2,552.78	0.026	14.851	0.5	492.847	6.833	3,367.63
2,552.78	0.079	0.372	0.5	37.511	258.447	9,694.49
2,552.78	0.079	1.06	0.5	106.885	47.653	5,093.38
2,552.78	0.079	2.104	0.5	212.156	0.518	109.897
2,552.78	0.079	4.904	0.5	494.494	0.044	21.758
2,561.14	0.02	0.372	0.5	9.527	630.704	6,009.00
2,561.14	0.02	1.06	0.5	27.148	600.987	16,315.67
2,561.14	0.02	2.104	0.5	53.886	230.155	12,402.24
2,561.14	0.02	4.904	0.5	125.599	252.472	31,710.11
2,561.14	0.02	9.937	0.5	254.501	50.253	12,789.43
2,561.14	0.02	14.851	0.5	380.355	14.905	5,669.20
2,561.14	0.026	0.372	0.5	12.386	598.403	7,411.64
2,561.14	0.026	1.06	0.5	35.293	209.477	7,392.98
2,561.14	0.026	2.104	0.5	70.052	13.898	973.588
2,561.14	0.026	4.904	0.5	163.278	15.043	2,456.19
2,561.14	0.026	9.937	0.5	330.851	3.706	1,226.13
2,561.14	0.026	14.851	0.5	494.462	0.023	11.373
<b>TOTAL</b>					<b>7,485.12</b>	<b>296,594.71</b>

Tabla IV-34. Valores de la erosión hídrica en Cuerpos de Agua.

AGU A	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
	2,546.650	0.000	0.372	0.000	0.00	249.922	0.000
	2,546.650	0.000	1.060	0.000	0.00	0.003	0.000



2,546.650	0.026	0.372	0.000	0.00	11.389	0.000
2,546.650	0.079	0.372	0.000	0.00	11.623	0.000
2,546.650	0.079	1.060	0.000	0.00	0.065	0.000
2,546.650	0.079	2.104	0.000	0.00	0.002	0.000
2,552.779	0.026	0.372	0.000	0.00	35.559	0.000
2,552.779	0.026	1.060	0.000	0.00	4.337	0.000
2,561.144	0.020	0.372	0.000	0.00	65.424	0.000
2,561.144	0.020	1.060	0.000	0.00	16.690	0.000
2,561.144	0.020	2.104	0.000	0.00	0.179	0.000
<b>TOTAL</b>					<b>395.193</b>	<b>0.000</b>

Tabla IV-35. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR de las Áreas Desprovistas de Vegetación.

ÁREA	EROSIÓN HÍDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
DES	2552.779	0.020	0.372	0.450	8.547	238.780	2,040.782
PRO	2552.779	0.020	1.060	0.450	24.354	38.694	942.335
STA	2552.779	0.020	2.104	0.450	48.339	0.857	41.427
DE	2552.779	0.020	4.904	0.450	112.669	0.358	40.336
VEGE	2552.779	0.026	0.372	0.450	11.111	105.731	1,174.747
TACI	2552.779	0.026	1.060	0.450	31.660	9.506	300.956
ÓN	2552.779	0.026	2.104	0.450	62.841	0.143	8.986
	2552.779	0.026	4.904	0.450	146.470	0.178	26.072
<b>TOTAL</b>						<b>394.247</b>	<b>4,575.640</b>

Tabla IV-36. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR “Bosques de Encino”.

BOS	EROSIÓN HÍDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
QUE	2561.144	0.020	0.372	0.090	1.715	1.089	1.868
DE	2561.144	0.020	1.060	0.090	4.887	2.896	14.152
ENCI	2561.144	0.020	2.104	0.090	9.700	7.858	76.219
NO	2561.144	0.020	4.904	0.090	22.608	69.305	1,566.829
	2561.144	0.020	9.937	0.090	45.810	34.902	1,598.866
	2561.144	0.020	14.851	0.090	68.464	46.886	3,210.003
<b>TOTAL</b>						<b>162.936</b>	<b>6,467.936</b>

Tabla IV-37. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR “Matorral Crasicale”.

MAT	EROSIÓN HÍDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
ORR	2546.650	0.020	0.372	0.076	1.440	38.660	55.670
AL	2546.650	0.020	1.060	0.076	4.103	11.245	46.140
CRAS							
ICAU							

LE	2546.650	0.026	0.372	0.076	1.872	67.164	125.729
	2546.650	0.026	1.060	0.076	5.334	30.723	163.880
	2546.650	0.026	2.104	0.076	10.588	0.753	7.973
	2546.650	0.026	4.904	0.076	24.678	1.069	26.381
	2546.650	0.026	9.937	0.076	50.005	0.888	44.404
	2546.650	0.079	0.372	0.076	5.688	22.919	130.361
	2546.650	0.079	1.060	0.076	16.207	5.319	86.208
	2552.779	0.020	0.372	0.076	1.443	293.877	424.195
	2552.779	0.020	1.060	0.076	4.113	183.466	754.603
	2552.779	0.020	2.104	0.076	8.164	81.685	666.876
	2552.779	0.020	4.904	0.076	19.029	254.917	4,850.718
	2552.779	0.020	9.937	0.076	38.558	113.063	4,359.459
	2552.779	0.020	14.851	0.076	57.625	105.892	6,102.049
	2552.779	0.026	0.372	0.076	1.876	2,384.785	4,474.993
	2552.779	0.026	1.060	0.076	5.347	814.282	4,353.924
	2552.779	0.026	2.104	0.076	10.613	145.052	1,539.464
	2552.779	0.026	4.904	0.076	24.737	165.248	4,087.774
	2552.779	0.026	9.937	0.076	50.125	70.227	3,520.137
	2552.779	0.026	14.851	0.076	74.913	105.234	7,883.370
	2561.144	0.020	0.372	0.076	1.448	130.488	188.969
	2561.144	0.020	1.060	0.076	4.127	128.289	529.387
	2561.144	0.020	2.104	0.076	8.191	160.922	1,318.071
	2561.144	0.020	4.904	0.076	19.091	442.766	8,452.833
	2561.144	0.020	9.937	0.076	38.684	261.723	10,124.528
	2561.144	0.020	14.851	0.076	57.814	293.990	16,996.748
	2561.144	0.026	0.372	0.076	1.883	1,398.116	2,632.128
	2561.144	0.026	1.060	0.076	5.364	546.978	2,934.247
	2561.144	0.026	2.104	0.076	10.648	14.320	152.479
	2561.144	0.026	4.904	0.076	24.818	0.641	15.909
	2561.144	0.026	9.937	0.076	50.289	0.096	4.828
					<b>TOTAL</b>	<b>8,274.797</b>	<b>87,054.432</b>

Tabla IV-38. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR “Pastizal Halófilo”.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
R	K	LS	C				
	2552.779	0.020	0.372	0.060	1.140	1,176.242	1,340.399
	2552.779	0.020	1.060	0.060	3.247	270.886	879.603
	2552.779	0.020	2.104	0.060	6.445	22.549	145.334
PAST	2552.779	0.020	4.904	0.060	15.023	25.144	377.728
IZAL	2552.779	0.020	9.937	0.060	30.440	6.470	196.949
HAL	2552.779	0.020	14.851	0.060	45.494	0.262	11.919
ÓFIL	2552.779	0.026	0.372	0.060	1.481	458.367	679.038
O	2552.779	0.026	1.060	0.060	4.221	82.053	346.368
	2552.779	0.026	2.104	0.060	8.379	1.822	15.266
	2552.779	0.026	4.904	0.060	19.529	1.976	38.590
	2552.779	0.026	9.937	0.060	39.572	0.015	0.594
	2561.144	0.020	0.372	0.060	1.143	526.835	602.328
	2561.144	0.020	1.060	0.060	3.258	121.106	394.536
	2561.144	0.020	2.104	0.060	6.466	2.176	14.071

2561.144	0.026	0.372	0.060	1.486	190.069	282.496
2561.144	0.026	1.060	0.060	4.235	74.138	313.982
2561.144	0.026	2.104	0.060	8.406	0.134	1.126
<b>TOTAL</b>					<b>2,960.244</b>	<b>5,640.329</b>

Tabla IV-39. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR “Pastizal Inducido”.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
PASTIZAL INDUCIDO	2552.779	0.020	0.372	0.032	0.608	2,422.718	1,472.445
	2552.779	0.020	1.060	0.032	1.732	322.591	558.665
	2552.779	0.020	2.104	0.032	3.437	17.162	58.994
	2552.779	0.020	4.904	0.032	8.012	8.940	71.628
	2552.779	0.026	0.372	0.032	0.790	1,153.330	911.241
	2552.779	0.026	1.060	0.032	2.251	241.616	543.961
	2552.779	0.026	2.104	0.032	4.469	9.187	41.054
	2552.779	0.026	4.904	0.032	10.416	1.114	11.603
	2561.144	0.020	0.372	0.032	0.610	832.878	507.853
	2561.144	0.020	1.060	0.032	1.737	171.320	297.665
	2561.144	0.020	2.104	0.032	3.449	1.058	3.649
	2561.144	0.020	4.904	0.032	8.038	0.113	0.908
	2561.144	0.026	0.372	0.032	0.793	88.155	69.879
	2561.144	0.026	1.060	0.032	2.259	21.111	47.684
	2561.144	0.026	2.104	0.032	4.483	0.255	1.143
<b>TOTAL</b>					<b>5,291.548</b>	<b>4,598.372</b>	

Tabla IV-40. Valores de la erosión hídrica a nivel del SAR “Pastizal Natural”.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
PASTIZAL NATURAL	2546.65	0	0.372	0.032	0	29.784	0
	2546.65	0	1.06	0.032	0	0.516	0
	2546.65	0	2.104	0.032	0	0.606	0
	2546.65	0	4.904	0.032	0	2.1	0
	2546.65	0.02	0.372	0.032	0.606	13.106	7.946
	2546.65	0.02	1.06	0.032	1.728	1.903	3.288
	2546.65	0.026	0.372	0.032	0.788	895.776	706.049
	2546.65	0.026	1.06	0.032	2.246	192.402	432.124
	2546.65	0.026	2.104	0.032	4.458	19.639	87.55
	2546.65	0.026	4.904	0.032	10.391	8.138	84.559
	2546.65	0.04	0.372	0.032	1.213	3.467	4.204
	2546.65	0.04	1.06	0.032	3.455	14.201	49.069

2546.65	0.04	2.104	0.032	6.858	24.858	170.487
2546.65	0.04	4.904	0.032	15.986	90.087	1,440.10
2546.65	0.04	9.937	0.032	32.392	50.505	1,635.95
2546.65	0.04	14.851	0.032	48.41	34.831	1,686.17
2546.65	0.079	0.372	0.032	2.395	177.773	425.75
2546.65	0.079	1.06	0.032	6.824	59.898	408.756
2546.65	0.079	2.104	0.032	13.545	30.999	419.894
2546.65	0.079	4.904	0.032	31.572	27.01	852.749
2546.65	0.079	9.937	0.032	63.974	1.269	81.183
2552.779	0.02	0.372	0.032	0.608	609.767	370.595
2552.779	0.02	1.06	0.032	1.732	334.059	578.525
2552.779	0.02	2.104	0.032	3.437	52.271	179.68
2552.779	0.02	4.904	0.032	8.012	81.393	652.125
2552.779	0.02	9.937	0.032	16.235	12.911	209.608
2552.779	0.02	14.851	0.032	24.263	7.826	189.884
2552.779	0.026	0.372	0.032	0.79	3,318.55	2,621.97
2552.779	0.026	1.06	0.032	2.251	1,838.59	4,139.30
2552.779	0.026	2.104	0.032	4.469	361.191	1,614.06
2552.779	0.026	4.904	0.032	10.416	339.469	3,535.80
2552.779	0.026	9.937	0.032	21.105	105.755	2,231.99
2552.779	0.026	14.851	0.032	31.542	71.527	2,256.12
2552.779	0.079	0.372	0.032	2.401	49.78	119.506
2552.779	0.079	1.06	0.032	6.841	12.727	87.061
2561.144	0.02	0.372	0.032	0.61	14.453	8.813
2561.144	0.02	1.06	0.032	1.737	45.175	78.491
2561.144	0.02	2.104	0.032	3.449	83.109	286.621
2561.144	0.02	4.904	0.032	8.038	391.098	3,143.77
2561.144	0.02	9.937	0.032	16.288	290.434	4,730.61
2561.144	0.02	14.851	0.032	24.343	287.119	6,989.27
2561.144	0.026	0.372	0.032	0.793	171.224	135.727
2561.144	0.026	1.06	0.032	2.259	85.089	192.193
2561.144	0.026	2.104	0.032	4.483	8.239	36.938
2561.144	0.026	4.904	0.032	10.45	12.033	125.742
2561.144	0.026	9.937	0.032	21.174	4.721	99.965
2561.144	0.026	14.851	0.032	31.646	1.277	40.411
<b>TOTAL</b>					<b>10,268.65</b>	<b>43,150.57</b>

Tabla IV-41. Valores de la erosión hídrica a nivel de SAR “Urbano Construido”.

	EROSIÓN HIDRÍCA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
URBANO CONSTRUÍDO	2546.650	0.026	0.372	0.450	11.084	11.775	130.514
	2546.650	0.026	1.060	0.450	31.584	0.921	29.089
	2546.650	0.026	2.104	0.450	62.690	0.225	14.105
	2546.650	0.026	4.904	0.450	146.119	0.100	14.612
	2546.650	0.079	0.372	0.450	33.678	21.671	729.836
	2546.650	0.079	1.060	0.450	95.965	8.437	809.657
	2546.650	0.079	2.104	0.450	190.482	2.860	544.779
	2546.650	0.079	4.904	0.450	443.976	0.438	194.461
	2552.779	0.020	0.372	0.450	8.547	4.048	34.598
	2552.779	0.020	1.060	0.450	24.354	3.917	95.395
	2552.779	0.020	2.104	0.450	48.339	1.425	68.883
	2552.779	0.020	4.904	0.450	112.669	2.023	227.929
	2552.779	0.020	9.937	0.450	228.303	2.016	460.259
	2552.779	0.020	14.851	0.450	341.202	1.978	674.898
	2552.779	0.026	0.372	0.450	11.111	72.124	801.370
	2552.779	0.026	1.060	0.450	31.660	4.922	155.831
	2552.779	0.079	0.372	0.450	33.759	31.555	1,065.265
	2552.779	0.079	1.060	0.450	96.196	1.729	166.323
	2561.144	0.020	0.372	0.450	8.575	13.846	118.729
	2561.144	0.020	1.060	0.450	24.433	13.491	329.626
2561.144	0.020	2.104	0.450	48.498	6.055	293.655	
2561.144	0.020	4.904	0.450	113.039	5.076	573.786	
2561.144	0.020	9.937	0.450	229.051	2.858	654.628	
2561.144	0.020	14.851	0.450	342.320	0.492	168.421	
	<b>TOTAL</b>					<b>213.982</b>	<b>8,356.649</b>

Tabla IV-42. Valores de la erosión hídrica a nivel de SAR “Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino”.

VEGETACIÓN	EROSIÓN HIDRÍCA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	2552.779	0.020	1.060	0.040	2.165	0.072	0.156
	2552.779	0.020	2.104	0.040	4.297	0.408	1.753
	2552.779	0.020	4.904	0.040	10.015	2.046	20.491
	2552.779	0.020	9.937	0.040	20.294	0.034	0.690
	2561.144	0.020	0.372	0.040	0.762	8.176	6.232
	2561.144	0.020	1.060	0.040	2.172	23.870	51.842
	2561.144	0.020	2.104	0.040	4.311	64.914	279.839
	2561.144	0.020	4.904	0.040	10.048	325.861	3,274.212
	2561.144	0.020	9.937	0.040	20.360	189.753	3,863.384
	2561.144	0.020	14.851	0.040	30.428	196.324	5,973.833
	<b>TOTAL</b>					<b>811.458</b>	<b>13,472.432</b>

Tabla IV-43. Valores de la erosión hídrica a nivel de SAR “Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule”.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
VEGE	2546.650	0.026	0.372	0.076	1.872	601.951	1,126.835
TACI	2546.650	0.026	1.060	0.076	5.334	151.589	808.593
ÓN	2546.650	0.026	2.104	0.076	10.588	15.494	164.046
SECU	2546.650	0.026	4.904	0.076	24.678	27.471	677.924
NDA	2546.650	0.026	9.937	0.076	50.005	3.405	170.266
RIA	2546.650	0.026	14.851	0.076	74.733	0.133	9.939
ARB	2552.779	0.020	0.372	0.076	1.443	1,497.012	2,160.852
USTI	2552.779	0.020	1.060	0.076	4.113	537.119	2,209.191
VA	2552.779	0.020	2.104	0.076	8.164	70.605	576.419
DE	2552.779	0.020	4.904	0.076	19.029	36.355	691.785
MAT	2552.779	0.020	9.937	0.076	38.558	0.087	3.355
ORR	2552.779	0.026	0.372	0.076	1.876	66.317	124.442
AL	2552.779	0.026	1.060	0.076	5.347	33.659	179.973
CRAS	2552.779	0.026	2.104	0.076	10.613	14.557	154.496
ICAU	2552.779	0.026	4.904	0.076	24.737	7.584	187.607
LE	2552.779	0.026	9.937	0.076	50.125	0.160	8.020
					<b>TOTAL</b>	<b>3,063.498</b>	<b>9,253.743</b>

Tabla IV-44. Valores de la erosión hídrica a nivel de SAR “Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural”.

	EROSIÓN HIDRICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
VEG	2,546.65	0.02	0.372	0.032	0.606	4.178	2.533
ETA	2,546.65	0.02	1.06	0.032	1.728	1.12	1.935
CIÓ	2,546.65	0.026	0.372	0.032	0.788	49.496	39.013
N	2,546.65	0.026	1.06	0.032	2.246	10.448	23.466
SEC	2,546.65	0.026	2.104	0.032	4.458	3.519	15.688
UN	2,546.65	0.026	4.904	0.032	10.391	0.066	0.686
DAR	2,546.65	0.04	0.372	0.032	1.213	2.7	3.274
IA	2,546.65	0.04	1.06	0.032	3.455	3.22	11.126
ARB	2,546.65	0.04	2.104	0.032	6.858	0.562	3.854
UST	2,546.65	0.04	4.904	0.032	15.986	1.182	18.895
IVA	2,546.65	0.04	9.937	0.032	32.392	0.366	11.855
DE	2,546.65	0.079	0.372	0.032	2.395	151.225	362.17
PAS	2,546.65	0.079	1.06	0.032	6.824	28.652	195.527
TIZ	2,546.65	0.079	2.104	0.032	13.545	1.934	26.197
AL	2,546.65	0.079	4.904	0.032	31.572	1.727	54.524
NAT							
URA							
L							



2,546.65	0.079	9.937	0.032	63.974	0.16	10.236
2,552.78	0.02	0.372	0.032	0.608	384.445	233.652
2,552.78	0.02	1.06	0.032	1.732	69.634	120.593
2,552.78	0.026	0.372	0.032	0.79	2,992.71	2,364.53
2,552.78	0.026	1.06	0.032	2.251	397.195	894.224
2,552.78	0.026	2.104	0.032	4.469	67.284	300.673
2,552.78	0.026	4.904	0.032	10.416	75.729	788.768
2,552.78	0.026	9.937	0.032	21.105	18.269	385.573
2,552.78	0.026	14.851	0.032	31.542	15.231	480.42
2,561.14	0.02	0.372	0.032	0.61	153.89	93.836
2,561.14	0.02	1.06	0.032	1.737	42.728	74.239
2,561.14	0.02	2.104	0.032	3.449	1.165	4.018
2,561.14	0.02	4.904	0.032	8.038	0.669	5.378
2,561.14	0.026	0.372	0.032	0.793	1,470.18	1,165.39
2,561.14	0.026	1.06	0.032	2.259	205.701	464.622
2,561.14	0.026	2.104	0.032	4.483	14.067	63.067
2,561.14	0.026	4.904	0.032	10.45	20.828	217.648
2,561.14	0.026	9.937	0.032	21.174	5.192	109.938
2,561.14	0.026	14.851	0.032	31.646	1.14	36.076
<b>TOTAL</b>					<b>6,196.61</b>	<b>8,583.61</b>

Habiendo indicado la erosión del suelo en cada tipo de vegetación del SAR, se presenta el resumen de la erosión del suelo por uso del suelo y vegetación.

Tabla IV-45. Erosión hídrica por tipo de vegetación del SAR.

EROSIÓN HIDRICA			
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	770.668	27,775.574	36.041
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	981.100	13,649.165	13.912
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	7,485.116	296,594.713	39.625
AGUA	395.193	0.000	0.000
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	394.247	4,575.640	11.606
BOSQUE DE ENCINO	162.936	6,467.936	39.696
MATORRAL CRASICAULE	8,274.797	87,054.432	10.520
PASTIZAL HALÓFILO	2,960.244	5,640.329	1.905
PASTIZAL INDUCIDO	5,291.548	4,598.372	0.869
PASTIZAL NATURAL	10,268.649	43,150.571	4.202
URBANO CONSTRUIDO	213.982	8,356.649	39.053
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE	811.458	13,472.432	16.603

DE ENCINO			
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	3,063.498	9,253.743	3.021
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	6,196.608	8,583.614	1.385
<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>529,173.171</b>	-

De acuerdo con los datos mostrados en la tabla anterior, los tipos de vegetación forestal dominantes en el SAR (Pastizal Natural y Matorral Crasicaule) tienen una erosión total de 43,150.571 ton/ha/año y 87,054.432 ton/ha/año respectivamente. Por lo que se puede concluir que en el SAR predominan los niveles de erosión *Muy ligero* y *Moderado*.

#### IV.2.1.1.4.3 Estimación de la erosión hídrica en el área del proyecto

A continuación, se presentan de forma general los factores involucrados en el proceso de erosión y su desarrollo, basándonos en la Ecuación Universal de pérdida del suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978. Con esto se pretende conocer el estado actual del suelo en el área del proyecto en cuanto a degradación erosiva se refiere, con el fin de tener una mayor perspectiva sobre los impactos ambientales que pudieran generarse con la realización del proyecto sobre el componente suelo. Para ello, se aplicó la misma metodología que en el Sistema Ambiental Regional.

##### IV.2.1.1.4.3.1 Factor de Erosividad de la lluvia (R)

La precipitación media anual se calculó de acuerdo con la metodología descrita para el SAR y para cada rango de precipitación se obtuvo un valor de R (Tabla IV-46).

Tabla IV-46. Valores del factor R por rango de precipitación, el valor 2,552.779 es el que interseca en el área del proyecto.

FACTOR R EROSIVIDAD DE LA LLUVIA (MJ mm/ha hr año)		
ECUACIÓN DE EROSIVIDAD REGIÓN 3 $Y=3.67516x - 0.001720x^2$		
CONSTANTES	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	FACTOR R
3.67516	550.90	2546.650
0.00172	552.00	2552.779
	553.50	2561.144



Figura IV-23. Distribución de los valores del Factor R en el área del proyecto.

#### IV.2.1.1.4.3.2 Erosionabilidad del suelo (ton/ha)

Cuando no se cuenta con los datos necesarios del suelo, la FAO propuso un método sencillo para estimar el factor K (FAO, 1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K (Tabla IV-47). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología del INEGI contienen esta información.

Tabla IV-47. Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su clase de textura.

FACTOR K EROSIBILIDAD DEL SUELO (ton/hr/Mj mm)				
CLAVE	UNIDAD	SUBUNIDAD	TEXTURA	FACTOR K
I+Re+Vc/2	Litosol		Media	<b><i>0.02</i></b>
I+Vp/2	Litosol		Media	<b><i>0.02</i></b>
Vp+I+XI/3	Vertisol	pélico	Fina	<b><i>0.026</i></b>

Tomando en cuenta la unidad de suelo principal y su clase textural, se determinó el valor de la erosionabilidad del suelo (K) dentro del área del proyecto, mismas que se muestran en celdas resaltadas con negritas y cursivas, en la Tabla IV-47. En la Figura IV-24 se muestra la distribución del factor k dentro del área del proyecto.

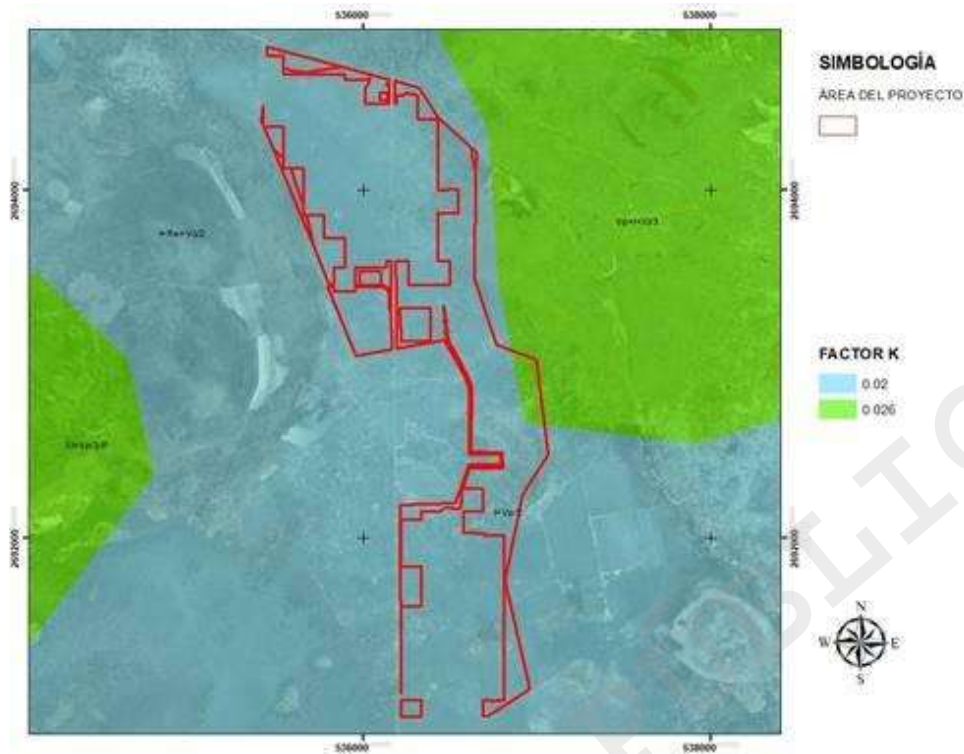


Figura IV-24. Distribución de los valores del Factor k en el área del proyecto.

IV.2.1.1.4.3.3 *L* Factor de longitud de la pendiente (Adimensional) y *S*  
 Factor de grado de la pendiente (Adimensional)

Los factores **L** y **S** de la ecuación universal de pérdida de suelo, pueden calcularse juntos (Figura IV-25) y al igual que en el SAR, dichos valores son los mismos, los cuales se presentan en la Tabla IV-48 donde se muestra la Pendiente (%) dentro del área del proyecto y el valor LS de cada pendiente.

Tabla IV-48. Valores de los factores LS de longitud y grado de pendiente.

PENDIENTE (%)	SENO DE $\theta$	FACTOR L	FACTOR S	FACTOR LS
0.00-3.00	0.015	1.569	0.237	0.372
3.01-5.00	0.040	1.823	0.582	1.060
5.01-9.00	0.070	2.118	0.994	2.104
9.01-25.00	0.168	2.118	2.316	4.904
25.01-40.00	0.309	2.118	4.692	9.937
>40.01	0.447	2.118	7.013	14.851

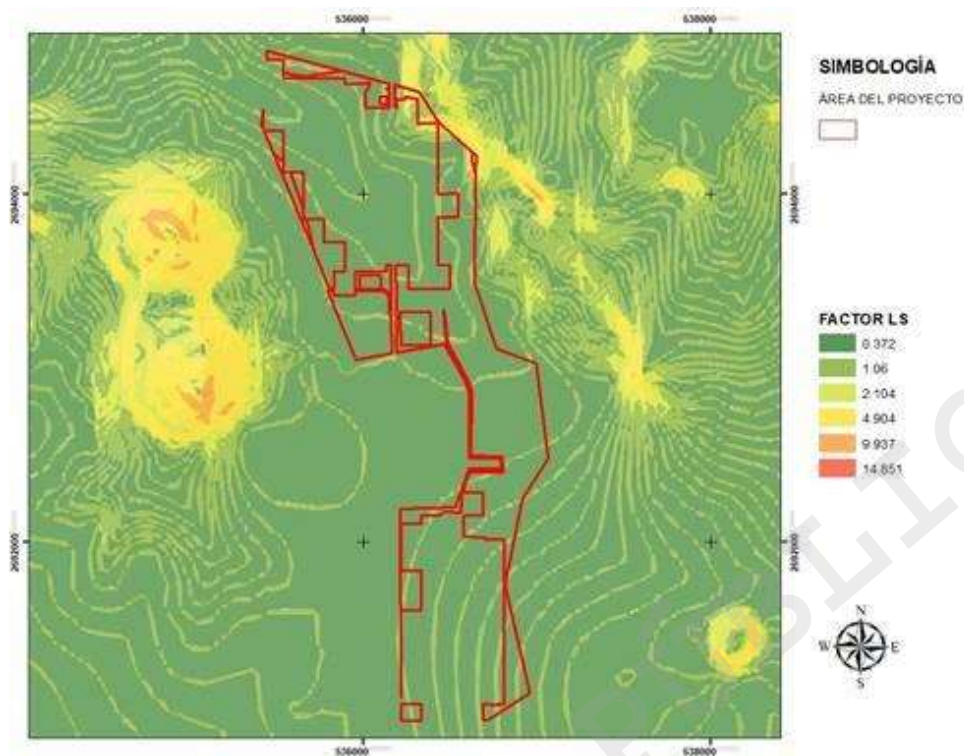


Figura IV-25. Distribución de los valores de los Factores LS en el área del proyecto.

#### IV.2.1.1.4.3.4 Factor de manejo y cobertura C

En la siguiente tabla se señalan los valores del factor C de cubierta vegetal obtenido para el área del proyecto.

Tabla IV-49. Valores de C para el área del proyecto

FACTOR C POR CUBIERTA VEGETAL (adimensional)	
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	FACTOR C
MATORRAL CRASICUAULE	0.083
PASTIZAL INDUCIDO	0.083
PASTIZAL NATURAL	0.083
SIN VEGETACIÓN APARENTE O NO APRECIABLE	0.450

Para el caso de vegetación de Matorral Crasicaule, Pastizal Inducido y Pastizal Natural se obtuvo un valor de 0.083 ya que las condiciones en campo son similares, este valor fue obtenido de Mancilla, 2008, tabla anexada a la descripción de erosión del SAR. El valor del factor C obtenido para zonas sin vegetación es de 0.45 que se encuentra dentro de los valores generales de Cubierta no apreciable.





Figura IV-26. Distribución de los valores del Factor C en el área del proyecto.

#### IV.2.1.1.4.3.5 Factor por prácticas de manejo (Adimensional)

Es un factor atenuante en el proceso erosivo. En la EUPS el valor de P varia de 0 a 1 (el valor de 1 es cuando no se tienen obras de conservación de suelos). Cabe mencionar que este factor es adimensional, al igual que los factores L, S y C de la EUPS.

Una vez determinados los factores de la EUPS, se unieron cada uno de estos factores entre sí para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área del proyecto. Los resultados se clasificaron en niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se identifica por los siguientes niveles:

Tabla IV-50. Niveles asignados para clasificar la pérdida de suelo en el área del proyecto.

NIVEL DE EROSIÓN HIDRICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE		
NIVEL	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Muy Ligera	110.71	98.202%
Ligera	1.42	1.255%
Moderada	0.61	0.543%
Severa	NA	NA
Muy Severa	NA	NA



TOTAL	112.741	100%
-------	---------	------

Esta clasificación, considera la clasificación propuesta por Loredo *et al.*, 2007, sin embargo, se agregaron dos niveles más: "Muy Ligera" y "Muy Severa" con el objetivo de obtener una caracterización menos generalizada. En la siguiente figura se muestra la distribución clasificada de la erosión del suelo.

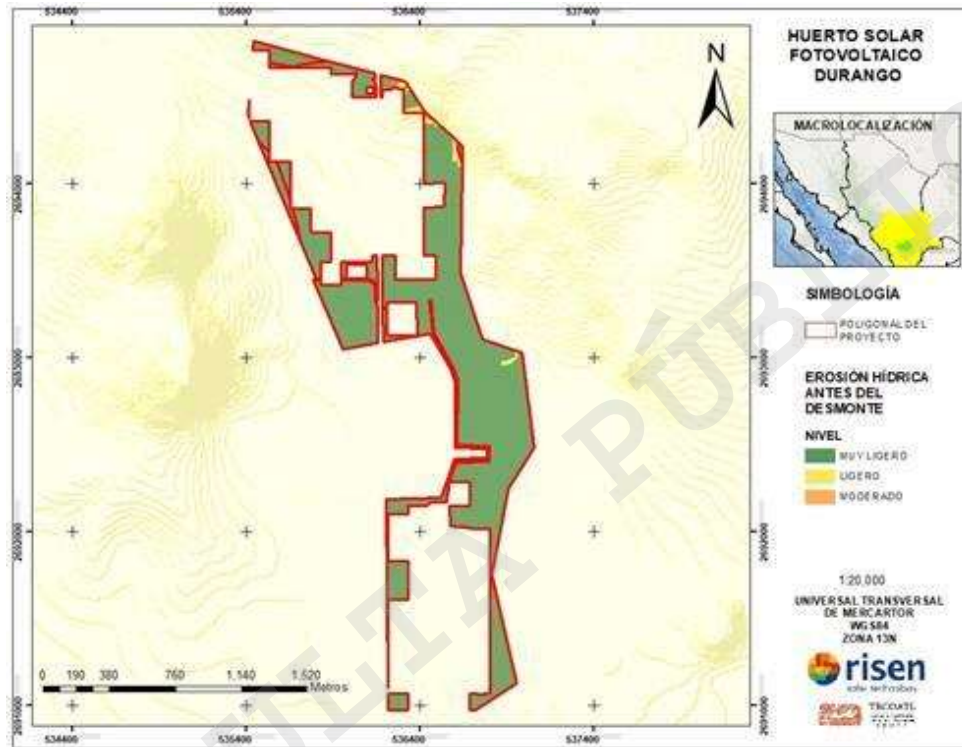


Figura IV-27. Mapa de erosión hídrica del suelo en el área del proyecto.

Las clases de erosión presentes en el área del proyecto son: "Muy Ligero", "Ligero" y "Moderado", estos datos corresponden a las tasas de pérdida de suelo condiciones naturales.

#### IV.2.1.1.4.3.6 Análisis comparativo de la Erosión hídrica

A continuación, se realizará un análisis comparativo de la cobertura vegetal sobre la pérdida de suelo por erosión hídrica actual y la resultante después de haber realizado el desmonte. Para esto, cada uno de los casos se denominan como "Escenario 1" y "Escenario 2", respectivamente, adicionalmente se presentará el "Escenario 3" en la cual se realiza la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

##### IV.2.1.1.4.3.6.1 Escenario 1

En las siguientes tablas, se mostrará la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo a la EUPS, se obtuvo la erosión en ton/ha/año.

Tabla IV-51. Erosión hídrica del suelo en Matorral Crasicuale, antes de ejecutar el Desmonte.

MATORRAL	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
CRASICUAULE	2,552.78	0.02	0.37	0.08	1.58	1.77	2.79
	2,552.78	0.02	1.06	0.08	4.49	0.71	3.20
				<b>TOTAL</b>		<b>2.48</b>	<b>5.99</b>

Tabla IV-52. Erosión hídrica del suelo en Pastizal Inducido, antes de ejecutar el Desmonte.

PAS	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
TIZ	2,552.779	0.020	0.372	0.083	1.576	90.651	142.902
AL	2,552.779	0.026	0.372	0.083	2.049	4.378	8.972
IND	2,552.779	0.020	1.060	0.083	4.492	11.406	51.234
UCI	2,552.779	0.026	1.060	0.083	5.839	0.247	1.442
DO	2,552.779	0.020	2.104	0.083	8.916	1.106	9.861
	2,552.779	0.020	4.904	0.083	20.781	0.482	10.017
				<b>TOTAL</b>		<b>108.270</b>	<b>224.428</b>

Tabla IV-53. Erosión hídrica del suelo en Pastizal Inducido, antes de ejecutar el Desmonte.

PAS	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
TIZ	2,552.779	0.020	0.372	0.083	1.576	1.489	2.347
AL	2,552.779	0.020	1.060	0.083	4.492	0.309	1.388
NA	2,552.779	0.020	2.104	0.083	8.916	0.062	0.553
TU	2,552.779	0.020	4.904	0.083	20.781	0.130	2.702
RAL				<b>TOTAL</b>		<b>1.990</b>	<b>6.990</b>

A continuación, se presenta el resumen de la erosión hídrica antes de ejecutar el desmonte.

Tabla IV-54. Resumen de la erosión hídrica por tipo de vegetación, antes de ejecutar el Desmonte.

TIPO DE VEGETACIÓN	EROSIÓN HIDRICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE		
	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
MATORRAL CRASICUAULE	2.481	5.990	2.414
PASTIZAL INDUCIDO	108.270	224.428	2.073
PASTIZAL NATURAL	1.990	6.990	3.512
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>237.407</b>	-

IV.2.1.1.4.3.6.2 Escenario 2. Erosión una vez realizado el desmonte  
 por tipo de cobertura vegetal

En este escenario se estimó la erosión hídrica con el supuesto de haber realizado el cambio de uso de suelo. Para el tipo de vegetación en el área del proyecto, se determinó un valor de  $C = 0.45$  para cubierta no apreciable.

Se considera que una vez realizado el proyecto y removida la vegetación en el área estudiada, las condiciones de una superficie con cobertura inapreciable se asemejarán más a los efectos producidos. En el caso de los factores R, K, y LS tendrán los mismos valores presentados en el escenario 1. En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos:

Tabla IV-55. Erosión hídrica en Matorral crasicuale, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
ACI	2,552.779	0.020	0.372	0.450	8.547	1.768	15.111
ÓN	2,552.779	0.020	1.060	0.450	24.354	0.713	17.364
	<b>TOTAL</b>					<b>2.481</b>	<b>32.475</b>

Tabla IV-56. Erosión hídrica en Pastizal Inducido, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
ACI	2,552.779	0.020	0.372	0.450	8.547	90.651	774.767
ÓN	2,552.779	0.026	0.372	0.450	11.111	4.378	48.643
ÓN	2,552.779	0.020	1.060	0.450	24.354	11.406	277.776
ÓN	2,552.779	0.026	1.060	0.450	31.660	0.247	7.820
ÓN	2,552.779	0.020	2.104	0.450	48.339	1.106	53.463
ÓN	2,552.779	0.020	4.904	0.450	112.669	0.482	54.307
	<b>TOTAL</b>					<b>108.270</b>	<b>1,216.776</b>

Tabla IV-57. Erosión hídrica en Pastizal Natural, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	R	K	LS	C			
ACI	2,552.779	0.020	0.372	0.450	8.547	1.489	12.726
ÓN	2,552.779	0.020	1.060	0.450	24.354	0.309	7.525
ÓN	2,552.779	0.020	2.104	0.450	48.339	0.062	2.997
ÓN	2,552.779	0.020	4.904	0.450	112.669	0.130	14.647
	<b>TOTAL</b>					<b>1.990</b>	<b>37.895</b>

A continuación, se presenta el resumen de la erosión hídrica después de ejecutar el desmonte.

Tabla IV-58. Resumen de la erosión hídrica por tipo de vegetación, después de ejecutar el desmonte.

TIPO DE VEGETACIÓN	EROSIÓN HIDRICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE		
	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
MATORRAL CRASICUAULE	2.481	32.475	13.089

PASTIZAL INDUCIDO	108.270	1,216.776	11.238
PASTIZAL NATURAL	1.990	37.895	19.043
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>1,287.146</b>	-

IV.2.1.1.4.3.6.3 *Escenario 3. Comparación de la pérdida de suelo del área del proyecto en las condiciones actuales y una vez realizado el desmonte.*

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión hídrica del suelo en el área del proyecto, en condiciones actuales (escenario 1) y una vez realizado el desmonte (escenario 2), así como el volumen total a mitigar por cada tipo de vegetación.

Tabla IV-59. Erosión hídrica por tipo de vegetación en el área del proyecto con y sin vegetación.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE DEL PROYECTO (Ha)	RESUMEN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA A MITIGAR (ton/año)
		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (ton/año)		
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
MATORRAL CRASICUAULE	2.481	5.990	32.475	26.485
PASTIZAL INDUCIDO	108.270	224.428	1,216.776	992.349
PASTIZAL NATURAL	1.990	6.990	37.895	30.906
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>237.407</b>	<b>1,287.146</b>	<b>1,049.739</b>

Como conclusión, se tiene que, una vez realizado el proyecto, el volumen de erosión hídrica aumenta de 237.407 ton/año a 1,287.146 ton/año, teniéndose que mitigar la cantidad de 1,049.739 ton/año de suelo. No obstante, es importante mencionar que se llevarán a cabo las medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo.

**IV.2.1.1.4.4** Estimación de la erosión eólica dentro de la superficie del SAR

Se puede definir como el evento mediante el cual se produce la remoción del material superficial, la selección y el transporte por medio del viento. Se manifiesta con mayor intensidad en ambientes áridos y semiáridos y su magnitud puede incrementarse drásticamente por acción antrópica.

La erosión eólica provoca un efecto *in situ* y otro en regiones aledañas. El efecto *in situ* estaría relacionado con la degradación producida en el mismo suelo, o en la cobertura vegetal como cultivos o pasturas. La productividad del suelo se verá reducida por pérdidas en la fertilidad física como reducción en la profundidad efectiva, cambio en la granulometría, degradación de la estructura y en la fertilidad química, como disminución en el contenido de materia orgánica o pérdida de nutrimentos (Lyles y Tatarko, 1986; Buschiazzo y Taylor, 1993). Respecto a la cobertura

vegetal, la erosión eólica produce una disminución en el rendimiento (Armbrust y Lyles, 1975) y reducción en la emergencia de las plántulas (Woodruff y Siddoway, 1965; Armbrust, 1984).

#### IV.2.1.1.4.4.1 Predicción de la Erosión Eólica

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el SAR se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres et al., (2003), en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se presenta a continuación (**ANEXO 1**):

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

**Pee** = pérdida de suelo por erosión eólica (ton/ha/año).

**C<sup>1</sup>** = índice de agresividad del viento.

**S** = índice de erosionabilidad del suelo.

**T** = índice topográfico.

**V** = índice de vegetación.

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil et al., (1963) modificado, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$C^1 = \frac{1}{100} \sum_1^{12} \left( V^3 \frac{(ETP - P)}{ETP} n \right)$$

Donde:

**C1** = índice de agresividad del viento.

**V** = Velocidad del viento (m s<sup>-1</sup>).

**ETP** = Evapotranspiración.

**P** = Precipitación

**n** = Número de días del mes en que se presenta erosión eólica.

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los utilizados en el factor R de la erosión hídrica. Los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al aplicar la fórmula del índice de agresividad del viento.

Tabla IV-60. Índice de agresividad del viento.

Durango Aeropuerto: Dato Velocidad Máxima del viento							
FACTOR C1 VELOCIDAD DEL VIENTO				km/h=	22.000	m/s	6.11
MES	P	ETP	V	V <sup>3</sup>	N	$V^3 \frac{(ETP-P)}{ETP}$	C1
Enero	14.9	27.87	6.11	228.22	14	1532.518	
Febrero	5.6	32.24	6.11	228.22	23	4363.193	
Marzo	3.3	51.51	6.11	228.22	29	6197.480	
Abril	3.3	71.35	6.11	228.22	29	6228.018	
Mayo	12.3	97.46	6.11	228.22	27	5401.751	
Junio	71.2	106.18	6.11	228.22	10	743.218	
Julio	139.6	97.91	6.11	228.22	-13	1282.405	369.770
Agosto	133.1	91.05	6.11	228.22	-14	1508.786	
Septiembre	115.8	77.38	6.11	228.22	-15	1687.360	
Octubre	32.0	60.70	6.11	228.22	15	1581.520	
Noviembre	11.0	41.07	6.11	228.22	22	3670.478	
Diciembre	11.0	29.48	6.11	228.22	19	2780.287	
<b>SUMATORIA</b>						<b>36,977.015</b>	

La velocidad del viento utilizada fue de 22 Km/h, este dato fue tomado de las Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 01/2011 - 11/2020 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local. Al convertir los 22 Km/h resultaron 6.11 m/s mismos que se pueden observar en la columna “V”.

El número de días por mes en los que hay erosión (columna N), se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{ETP - P}{ETP} * DM$$

Donde:

N (n en la página anterior): Número de días por mes en los que hay erosión.

ETP: Evapotranspiración potencia.

P: Precipitación.

Dm: Días de Cada mes.

Una vez obtenido el factor C<sup>1</sup> se procedió a hacer el cálculo de la erosión eólica (Pee), en la siguiente tabla se concentran las clases de la erosión eólica, donde se observa que el nivel *Muy ligero* es el dominante.



Tabla IV-61. Niveles de Erosión Eólica en el SAR.

NIVEL DE EROSIÓN EÓLICA		
NIVEL	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
MUY LIGERO	42,545.102	90.00%
LIGERO	3,043.50	6.44%
MODERADO	1,153.53	2.44%
SEVERO	81.11	0.17%
MUY SEVERO	1.474	0.00%
<b>NO APLICA</b>	<b>445.339</b>	<b>0.94%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>100%</b>

IV.2.1.1.4.4.2 Erosión Eólica por tipo de cobertura vegetal

A continuación, se presentan las tablas que contienen la pérdida de suelo por erosión eólica, así como los factores considerados en la ecuación por tipo de vegetación presente en el SAR. La erosión total se obtuvo de multiplicar la erosión en (ton/ha/año) por la superficie que ocupa cada tipo de vegetación.

Tabla IV-62. Valores de la erosión eólica en la cobertura vegetal de Agricultura De Riego Anual.

	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
AGRI	369.770	0.000	0.372	0.500	0.000	11.876	0.000
CULT	369.770	0.026	0.372	0.500	1.788	432.811	773.956
URA	369.770	0.079	0.372	0.500	5.433	186.036	1,010.808
DE	369.770	0.026	1.060	0.500	5.095	65.214	332.293
RIEG	369.770	0.079	1.060	0.500	15.482	47.599	736.941
O	369.770	0.026	2.104	0.500	10.114	4.616	46.686
ANU	369.770	0.079	2.104	0.500	30.731	10.789	331.555
AL	369.770	0.026	4.904	0.500	23.574	1.108	26.120
	369.770	0.079	4.904	0.500	71.627	10.449	748.435
	369.770	0.079	9.937	0.500	145.139	0.170	24.674
				<b>TOTAL</b>		<b>770.668</b>	<b>4,031.467</b>

Tabla IV-63. Valores de la erosión eólica en la cobertura vegetal de agricultura De Riego Permanente.

AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	369.770	0.026	0.372	0.500	1.788	915.545	1,637.185
	369.770	0.026	1.060	0.500	5.095	65.555	334.031
				<b>TOTAL</b>		<b>981.100</b>	<b>1,971.216</b>

Tabla IV-64. Valores de la erosión eólica en la cobertura vegetal de Agricultura De Temporal Anual.

	EROSIÓN EÓLICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	369.77	0	0.372	0.5	0	5.264	0
	369.77	0.02	0.372	0.5	1.376	1,062.91	1,462.08
	369.77	0.026	0.372	0.5	1.788	2,950.13	5,275.44
	369.77	0.04	0.372	0.5	2.751	0.771	2.121
	369.77	0.079	0.372	0.5	5.433	790.859	4,297.05
	369.77	0.02	1.06	0.5	3.92	741.676	2,907.05
	369.77	0.026	1.06	0.5	5.095	671.004	3,419.05
	369.77	0.04	1.06	0.5	7.839	3.71	29.083
	369.77	0.079	1.06	0.5	15.482	250.098	3,872.09
	369.77	0.02	2.104	0.5	7.78	278.221	2,164.55
	369.77	0.026	2.104	0.5	10.114	72.244	730.672
	369.77	0.04	2.104	0.5	15.56	6.829	106.259
	369.77	0.079	2.104	0.5	30.731	50.922	1,564.88
	369.77	0.02	4.904	0.5	18.134	358.414	6,499.31
	369.77	0.026	4.904	0.5	23.574	63.903	1,506.42
	369.77	0.04	4.904	0.5	36.267	4.345	157.58
	369.77	0.079	4.904	0.5	71.627	28.748	2,059.15
	369.77	0.02	9.937	0.5	36.744	79.326	2,914.76
	369.77	0.026	9.937	0.5	47.767	25.443	1,215.34
	369.77	0.04	9.937	0.5	73.488	0.691	50.78
369.77	0.079	9.937	0.5	145.139	1.612	233.964	
369.77	0.02	14.851	0.5	54.915	29.043	1,594.88	
369.77	0.026	14.851	0.5	71.389	6.856	489.442	
369.77	0.04	14.851	0.5	109.829	0.627	68.863	
369.77	0.079	14.851	0.5	216.912	1.474	319.729	
	<b>TOTAL</b>					<b>7,485.12</b>	<b>42,940.53</b>

Tabla IV-65. Valores de la erosión eólica en Cuerpos de Agua.

	EROSIÓN EÓLICA						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
AGUA	369.770	0.000	0.372	0.000	0.000	249.922	0.000
	369.770	0.020	0.372	0.000	0.000	65.424	0.000
	369.770	0.026	0.372	0.000	0.000	46.948	0.000
	369.770	0.079	0.372	0.000	0.000	11.623	0.000

369.770	0.000	1.060	0.000	0.000	0.003	0.000
369.770	0.020	1.060	0.000	0.000	16.690	0.000
369.770	0.026	1.060	0.000	0.000	4.337	0.000
369.770	0.079	1.060	0.000	0.000	0.065	0.000
369.770	0.020	2.104	0.000	0.000	0.179	0.000
369.770	0.079	2.104	0.000	0.000	0.002	0.000
<b>TOTAL</b>					<b>395.193</b>	<b>0.000</b>

Tabla IV-66. Valores de la erosión eólica en Áreas Desprovistas de Vegetación.

ÁREA	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
DESP	369.770	0.020	0.372	0.450	1.238	238.780	295.607
ROVI	369.770	0.026	0.372	0.450	1.609	105.731	170.162
STA	369.770	0.020	1.060	0.450	3.528	38.694	136.497
DE	369.770	0.026	1.060	0.450	4.586	9.505	43.589
VEGE	369.770	0.020	2.104	0.450	7.002	0.857	6.001
TACI	369.770	0.026	2.104	0.450	9.103	0.143	1.302
ÓN	369.770	0.020	4.904	0.450	16.320	0.359	5.859
	369.770	0.026	4.904	0.450	21.216	0.178	3.776
<b>TOTAL</b>					<b>394.247</b>	<b>662.793</b>	

Tabla IV-67. Valores de la erosión eólica en la vegetación de Bosque de Encino.

BOSQUE DE ENCINO	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	369.770	0.020	0.372	0.090	0.248	1.089	0.270
	369.770	0.020	1.060	0.090	0.706	2.896	2.043
	369.770	0.020	2.104	0.090	1.400	7.858	11.004
	369.770	0.020	4.904	0.090	3.264	69.305	226.214
	369.770	0.020	9.937	0.090	6.614	34.902	230.839
	369.770	0.020	14.851	0.090	9.885	46.886	463.450
<b>TOTAL</b>					<b>162.936</b>	<b>933.820</b>	

Tabla IV-68. Valores de la erosión eólica en la vegetación de Matorral Crasicaule.

MATORRAL CRASICAULE	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	369.770	0.020	0.372	0.076	0.209	463.025	96.811
	369.770	0.026	0.372	0.076	0.272	3,850.066	1,046.477
	369.770	0.079	0.372	0.076	0.826	22.919	18.928
	369.770	0.020	1.060	0.076	0.596	323.000	192.435
	369.770	0.026	1.060	0.076	0.775	1,391.981	1,078.097
	369.770	0.079	1.060	0.076	2.353	5.319	12.517
	369.770	0.020	2.104	0.076	1.183	242.606	286.895
	369.770	0.026	2.104	0.076	1.537	160.126	246.165
	369.770	0.020	4.904	0.076	2.756	697.683	1,923.020
	369.770	0.026	4.904	0.076	3.583	166.959	598.245

369.770	0.020	9.937	0.076	5.585	374.786	2,093.215
369.770	0.026	9.937	0.076	7.261	71.211	517.036
369.770	0.020	14.851	0.076	8.347	399.882	3,337.819
369.770	0.026	14.851	0.076	10.851	105.234	1,141.906
<b>TOTAL</b>					<b>8,274.797</b>	<b>12,589.566</b>

Tabla IV-69. Valores de la erosión eólica en la vegetación de Pastizal Halófilo.

	EROSIÓN EÓLICA						
	C1	FACTORES			EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
		S	T	V			
PAST IZAL HAL ÓFIL O	369.770	0.020	0.372	0.060	0.165	1,703.077	281.119
	369.770	0.026	0.372	0.060	0.215	648.436	139.145
	369.770	0.020	1.060	0.060	0.470	391.992	184.372
	369.770	0.026	1.060	0.060	0.611	156.191	95.503
	369.770	0.020	2.104	0.060	0.934	24.725	23.083
	369.770	0.026	2.104	0.060	1.214	1.955	2.373
	369.770	0.020	4.904	0.060	2.176	25.144	54.714
	369.770	0.026	4.904	0.060	2.829	1.976	5.590
	369.770	0.020	9.937	0.060	4.409	6.471	28.532
	369.770	0.026	9.937	0.060	5.732	0.015	0.086
	369.770	0.020	14.851	0.060	6.590	0.262	1.727
<b>TOTAL</b>					<b>2,960.244</b>	<b>816.244</b>	

Tabla IV-70. Valores de la erosión eólica en la vegetación de Pastizal Inducido.

	EROSIÓN EÓLICA						
	C1	FACTORES			EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
		S	T	V			
PAST IZAL INDU CIDO	369.770	0.020	0.372	0.032	0.088	3,255.596	286.606
	369.770	0.026	0.372	0.032	0.114	1,241.485	142.082
	369.770	0.020	1.060	0.032	0.251	493.912	123.899
	369.770	0.026	1.060	0.032	0.326	262.727	85.677
	369.770	0.020	2.104	0.032	0.498	18.218	9.071
	369.770	0.026	2.104	0.032	0.647	9.442	6.112
	369.770	0.020	4.904	0.032	1.161	9.054	10.508
	369.770	0.026	4.904	0.032	1.509	1.114	1.681
	<b>TOTAL</b>					<b>5,291.548</b>	<b>665.635</b>

Tabla IV-71. Valores de la erosión eólica en la vegetación de Pastizal Natural.

	EROSIÓN EÓLICA						
	C1	FACTORES			EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
		S	T	V			
PAST IZAL NAT URAL	369.770	0.000	0.372	0.032	0.000	29.784	0.000
	369.770	0.020	0.372	0.032	0.088	637.326	56.107
	369.770	0.026	0.372	0.032	0.114	4,385.548	501.905
	369.770	0.040	0.372	0.032	0.176	3.467	0.610
	369.770	0.079	0.372	0.032	0.348	227.554	79.129
	369.770	0.000	1.060	0.032	0.000	0.516	0.000

369.770	0.020	1.060	0.032	0.251	381.135	95.608
369.770	0.026	1.060	0.032	0.326	2,116.076	690.068
369.770	0.040	1.060	0.032	0.502	14.201	7.125
369.770	0.079	1.060	0.032	0.991	72.624	71.961
369.770	0.000	2.104	0.032	0.000	0.606	0.000
369.770	0.020	2.104	0.032	0.498	135.382	67.409
369.770	0.026	2.104	0.032	0.647	389.070	251.842
369.770	0.040	2.104	0.032	0.996	24.858	24.754
369.770	0.079	2.104	0.032	1.967	30.999	60.968
369.770	0.000	4.904	0.032	0.000	2.100	0.000
369.770	0.020	4.904	0.032	1.161	472.491	548.347
369.770	0.026	4.904	0.032	1.509	359.640	542.592
369.770	0.040	4.904	0.032	2.321	90.087	209.100
369.770	0.079	4.904	0.032	4.584	27.010	123.818
369.770	0.020	9.937	0.032	2.352	303.345	713.352
369.770	0.026	9.937	0.032	3.057	110.476	337.737
369.770	0.040	9.937	0.032	4.703	50.505	237.537
369.770	0.079	9.937	0.032	9.289	1.269	11.788
369.770	0.020	14.851	0.032	3.515	294.945	1,036.593
369.770	0.026	14.851	0.032	4.569	72.804	332.633
369.770	0.040	14.851	0.032	7.029	34.831	244.829
<b>TOTAL</b>					<b>10,268.649</b>	<b>6,245.814</b>

Tabla IV-72. Valores de la erosión eólica en Construido Urbano.

	EROSIÓN EÓLICA						
	C1	FACTORES			EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	S	T	V				
369.770	0.020	0.372	0.450	1.238	17.895	22.154	
369.770	0.026	0.372	0.450	1.609	83.899	135.026	
369.770	0.079	0.372	0.450	4.890	53.226	260.278	
369.770	0.020	1.060	0.450	3.528	17.408	61.409	
369.770	0.026	1.060	0.450	4.586	5.843	26.795	
369.770	0.079	1.060	0.450	13.934	10.166	141.653	
369.770	0.020	2.104	0.450	7.002	7.479	52.368	
369.770	0.026	2.104	0.450	9.103	0.225	2.048	
369.770	0.079	2.104	0.450	27.658	2.860	79.101	
369.770	0.020	4.904	0.450	16.320	7.099	115.857	
369.770	0.026	4.904	0.450	21.216	0.100	2.122	
369.770	0.079	4.904	0.450	64.465	0.439	28.300	
369.770	0.020	9.937	0.450	33.070	4.873	161.148	
369.770	0.020	14.851	0.450	49.423	2.470	122.075	
<b>TOTAL</b>					<b>213.982</b>	<b>1,210.334</b>	

Tabla IV-73. Valores de la erosión eólica en Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino.

VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
SECUNDARIA	369.770	0.020	0.372	0.040	0.110	8.176	0.900
ARBUSTIVA	369.770	0.020	1.060	0.040	0.314	23.943	7.508
DE BOSQUE	369.770	0.020	2.104	0.040	0.622	65.321	40.656
DE ENCINO	369.770	0.020	4.904	0.040	1.451	327.907	475.689
	369.770	0.020	9.937	0.040	2.940	189.787	557.883
	369.770	0.020	14.851	0.040	4.393	196.324	862.483
					<b>TOTAL</b>	<b>811.458</b>	<b>1,945.118</b>

Tabla IV-74. Valores de la erosión eólica en Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule.

VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
SECUNDARIA	369.770	0.020	0.372	0.076	0.209	1,497.012	312.999
ARBUSTIVA	369.770	0.026	0.372	0.076	0.272	668.268	181.640
DE MATORRAL	369.770	0.020	1.060	0.076	0.596	537.119	320.001
CRASICAULE	369.770	0.026	1.060	0.076	0.775	185.248	143.476
	369.770	0.020	2.104	0.076	1.183	70.605	83.494
	369.770	0.026	2.104	0.076	1.537	30.050	46.196
	369.770	0.020	4.904	0.076	2.756	36.355	100.205
	369.770	0.026	4.904	0.076	3.583	35.055	125.609
	369.770	0.020	9.937	0.076	5.585	0.087	0.486
	369.770	0.026	9.937	0.076	7.261	3.565	25.884
	369.770	0.026	14.851	0.076	10.851	0.134	1.454
					<b>TOTAL</b>	<b>3,063.498</b>	<b>1,341.445</b>

Tabla IV-75. Valores de la erosión eólica en Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural.

VEGETACIÓN	FACTORES				EROSIÓN EÓLICA		
	C1	S	T	V	EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
SECUNDARIA	369.77	0.02	0.372	0.032	0.088	542.513	47.76
ARBUSTIVA	369.77	0.026	0.372	0.032	0.114	4,512.38	516.421
DE PASTIZAL	369.77	0.04	0.372	0.032	0.176	2.7	0.475
	369.77	0.079	0.372	0.032	0.348	151.225	52.587
	369.77	0.02	1.06	0.032	0.251	113.482	28.467
	369.77	0.026	1.06	0.032	0.326	613.344	200.016
	369.77	0.04	1.06	0.032	0.502	3.22	1.615
	369.77	0.079	1.06	0.032	0.991	28.652	28.39
	369.77	0.02	2.104	0.032	0.498	1.165	0.58
	369.77	0.026	2.104	0.032	0.647	84.871	54.936
	369.77	0.04	2.104	0.032	0.996	0.562	0.56



369.77	0.079	2.104	0.032	1.967	1.934	3.804
369.77	0.02	4.904	0.032	1.161	0.668	0.775
369.77	0.026	4.904	0.032	1.509	96.623	145.776
369.77	0.04	4.904	0.032	2.321	1.182	2.744
369.77	0.079	4.904	0.032	4.584	1.727	7.917
369.77	0.026	9.937	0.032	3.057	23.461	71.723
369.77	0.04	9.937	0.032	4.703	0.366	1.721
369.77	0.079	9.937	0.032	9.289	0.16	1.486
369.77	0.026	14.851	0.032	4.569	16.37	74.793
<b>TOTAL</b>					<b>6,196.61</b>	<b>1,242.55</b>

En la Tabla IV-76 se muestran los resultados obtenidos de la erosión eólica total por tipo de cobertura vegetal. Como se puede observar, la agricultura de temporal anual es el tipo de uso de suelo que más erosión eólica ocasiona con aproximadamente 42,940.533 toneladas por ha por año.

Tabla IV-76. Erosión eólica por tipo de vegetación presente en el SAR.

TIPO DE VEGETACIÓN	EROSIÓN EÓLICA		
	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	770.668	4,031.467	5.231
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	981.100	1,971.216	2.009
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	7,485.116	42,940.533	5.737
AGUA	395.193	0.000	0.000
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	394.247	662.793	1.681
BOSQUE DE ENCINO	162.936	933.820	5.731
MATORRAL CRASICAULE	8,274.797	12,589.566	1.521
PASTIZAL HALÓFILO	2,960.244	816.244	0.276
PASTIZAL INDUCIDO	5,291.548	665.635	0.126
PASTIZAL NATURAL	10,268.649	6,245.814	0.608
URBANO CONSTRUIDO	213.982	1,210.334	5.656
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	811.458	1,945.118	2.397
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	3,063.498	1,341.445	0.438
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	6,196.608	1,242.547	0.201
<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>76,596.533</b>	-

En la Figura IV-28 se muestra la distribución de los niveles de erosión eólica del suelo en el SAR.

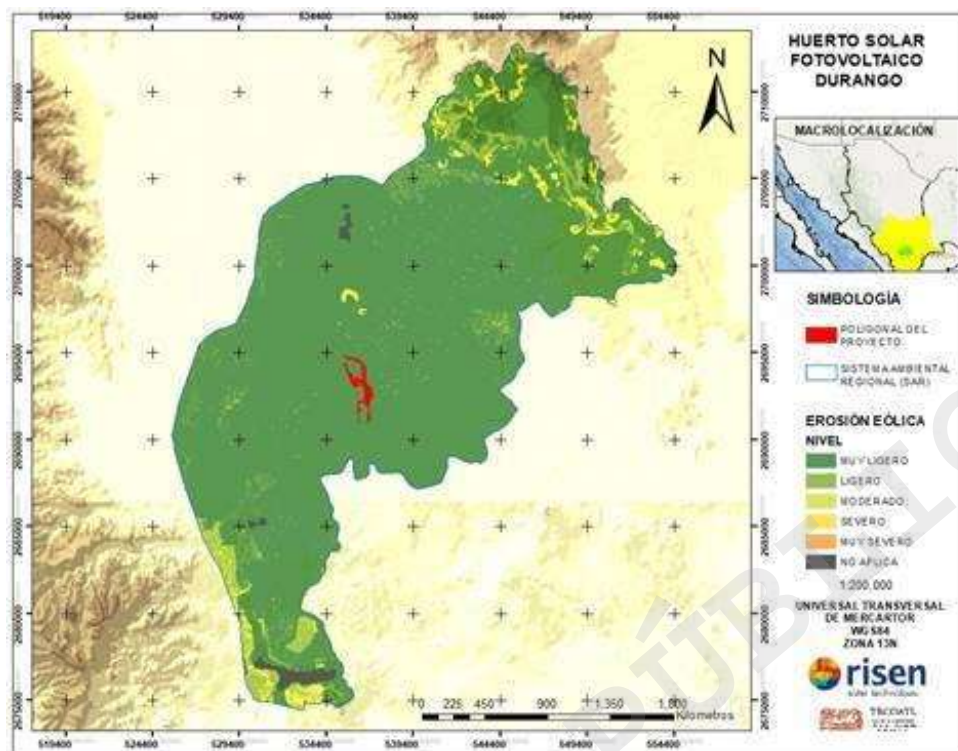


Figura IV-28. Erosión Eólica en el suelo del SAR.

#### IV.2.1.1.4.5 Estimación de la erosión eólica en el área del proyecto

##### IV.2.1.1.4.5.1 Predicción de la Erosión Eólica

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica se evaluó utilizando una ecuación paramétrica, la cual fue utilizada por Torres et al., 2003, en su trabajo realizado en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco, misma que se presenta a continuación (La hoja de cálculo referente a la erosión eólica se presentan en formato Excel en el **Anexo 1**:

El índice de agresividad del viento se calculó mediante el índice eólico de Chepil et al., 1963 modificado

Los datos climáticos para el cálculo de este índice corresponden a los utilizados en el factor R de la erosión hídrica. Cabe destacar que los factores S, T y V fueron retomados de los factores K, LS y C de la ecuación universal de pérdida de suelo por erosión hídrica. Los datos utilizados para el cálculo del factor  $C^1$ , son los mismos que se usaron para el SAR.

El valor de la velocidad del viento "V" usado para el cálculo del índice de agresividad del viento fue de 6.11 expresado en metros por segundo.

El número de días por mes en los que hay erosión (columna N), se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{ETP - P}{ETP} * DM$$

Donde:

N: Número de días por mes en los que hay erosión

ETP: Evapotranspiración potencia

P: Precipitación

Dm: Días de Cada mes

Una vez obtenido el factor C<sup>1</sup> se procedió a hacer el cálculo de la erosión eólica, en la siguiente tabla se concentran las clases de erosión eólica presentes en el área del proyecto y como se puede observar el único nivel que se presenta es Muy ligero.

Tabla IV-77. Nivel de erosión eólica antes de ejecutar el desmonte.

NIVEL DE EROSIÓN EÓLICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE		
NIVEL	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Muy Ligera	112.741	100.000%
Ligera	NA	NA
Moderada	NA	NA
Severa	NA	NA
Muy Severa	NA	NA
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>100.00%</b>

#### IV.2.1.1.4.5.2 Análisis comparativo de la Erosión Eólica

Para esto, se realizará un análisis del tipo de cobertura vegetal sobre la pérdida de suelo por erosión eólica actual (Escenario 1) y la resultante después de haber realizado el desmonte (Escenario 2), adicionalmente se presentará el “Escenario 3” en la cual se realiza la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

#### IV.2.1.1.4.5.2.1 Escenario 1. Erosión eólica actual en el área del proyecto para los tipos de vegetación.

En las siguientes tablas, se muestra la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que, al ser multiplicados de acuerdo a la EUPS, se obtuvo la erosión en ton/ha/año.

Tabla IV-78. Erosión eólica en Matorral crasicaule, antes de ejecutar el desmonte.

MATO RRAL CRASI CUAU LE	EROSIÓN EÓLICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	C1	FACTORES			EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
		S	T	V			
	369.770	0.020	0.372	0.083	0.228	1.768	0.404
	369.770	0.020	1.060	0.083	0.651	0.713	0.464
				<b>TOTAL</b>		<b>2.481</b>	<b>0.868</b>

Tabla IV-79. Erosión eólica en Pastizal Inducido, antes de ejecutar el desmonte.

PAS	EROSIÓN EÓLICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
TIZ	369.770	0.020	0.372	0.083	0.228	90.651	20.699
AL	369.770	0.026	0.372	0.083	0.297	4.378	1.300
IND	369.770	0.020	1.060	0.083	0.651	11.406	7.421
UCI	369.770	0.026	1.060	0.083	0.846	0.247	0.209
DO	369.770	0.020	2.104	0.083	1.291	1.106	1.428
	369.770	0.020	4.904	0.083	3.010	0.482	1.451
				<b>TOTAL</b>		<b>108.270</b>	<b>32.508</b>

Tabla IV-80. Erosión eólica en Pastizal Natural, antes de ejecutar el desmonte.

PAS	EROSIÓN EÓLICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
TIZ	369.770	0.020	0.372	0.083	0.228	1.489	0.340
AL	369.770	0.020	1.060	0.083	0.651	0.309	0.201
TUR	369.770	0.020	2.104	0.083	1.291	0.062	0.080
AL	369.770	0.020	4.904	0.083	3.010	0.130	0.391
				<b>TOTAL</b>		<b>1.990</b>	<b>1.012</b>

A continuación, se presenta el resumen de la erosión eólica antes de ejecutar el desmonte.

Tabla IV-81. Resumen de erosión eólica por tipo de vegetación, antes de ejecutar el desmonte.

EROSIÓN EÓLICA ANTES DE EJECUTAR EL DESMONTE			
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
MATORRAL CRASICAULE	2.481	0.868	0.350
PASTIZAL INDUCIDO	108.270	32.508	0.300
PASTIZAL NATURAL	1.990	1.012	
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>34.388</b>	-

De acuerdo a los resultados obtenidos, el área del proyecto en condiciones actuales presenta una erosión eólica de **34,388** toneladas anuales.

IV.2.1.1.4.5.2.2 *Escenario 2: En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto para cada tipo de vegetación.*

Para determinar el Factor de cobertura vegetal, se utilizó el mismo criterio de cobertura inapreciable con valor de 0.45.

Tabla IV-82. Erosión eólica en Matorral crasicuale, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEG ETA CIÓ N	EROSIÓN EÓLICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
	369.770	0.020	0.372	0.450	1.238	1.768	2.189
	369.770	0.020	1.060	0.450	3.528	0.713	2.515
	<b>TOTAL</b>					<b>2.481</b>	<b>4.704</b>

Tabla IV-83. Erosión eólica en Pastizal Inducido, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEG ETA CIÓ N	EROSIÓN EÓLICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
	369.770	0.020	0.372	0.450	1.238	90.651	112.225
	369.770	0.026	0.372	0.450	1.609	4.378	7.046
	369.770	0.020	1.060	0.450	3.528	11.406	40.236
	369.770	0.026	1.060	0.450	4.586	0.247	1.133
	369.770	0.020	2.104	0.450	7.002	1.106	7.744
	369.770	0.020	4.904	0.450	16.320	0.482	7.866
	<b>TOTAL</b>					<b>108.270</b>	<b>176.250</b>

Tabla IV-84. Erosión eólica en Pastizal Natural, después de ejecutar el desmonte.

SIN VEG ETA CIÓ N	EROSIÓN EÓLICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE						
	FACTORES				EROSIÓN (ton/ha/año)	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL
	C1	S	T	V			
	369.770	0.020	0.372	0.450	1.238	1.489	1.843
	369.770	0.020	1.060	0.450	3.528	0.309	1.090
	369.770	0.020	2.104	0.450	7.002	0.062	0.434
	369.770	0.020	4.904	0.450	16.320	0.130	2.122
	<b>TOTAL</b>					<b>1.990</b>	<b>5.489</b>

A continuación, se presenta el resumen de la erosión eólica después de ejecutar el desmonte.

Tabla IV-85. Resumen por tipo de vegetación de erosión eólica, después de ejecutar el desmonte.

EROSIÓN EÓLICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE			
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
MATORRAL CRASICUAULE	2.481	4.704	1.896
PASTIZAL INDUCIDO	108.270	176.250	1.628
PASTIZAL NATURAL	1.990	5.489	
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>186.443</b>	-

Después de ejecutado el proyecto la erosión en la superficie correspondiente al desmonte, aumentará a **186.443** toneladas por año.

IV.2.1.1.4.5.2.3 *Escenario 3: Comparación de la pérdida de suelo del área del proyecto en condiciones actuales y una vez realizado el desmonte.*

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la erosión eólica del suelo en el área del proyecto por tipo de vegetación y el volumen a mitigar.

Tabla IV-86. Resumen de la erosión eólica antes y después del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE DEL proyecto (Ha)	RESUMEN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN EÓLICA (ton/año)		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN EÓLICA A MITIGAR (ton/año)
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
MATORRAL CRASICUAULE	2.481	0.868	4.704	3.836
PASTIZAL INDUCIDO	108.270	32.508	176.250	143.742
PASTIZAL NATURAL	1.990	1.012	5.489	4.477
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>34.388</b>	<b>186.443</b>	<b>152.055</b>

Por lo anterior, se tiene que, una vez realizado el desmonte, el volumen total de erosión eólica aumentará en **152.055** ton/año. Para contrarrestar la pérdida de suelo, se proponen medidas de mitigación, mismas que se describen en el Programa de Compensación que se anexa en el presente estudio.

Tabla IV-87. Niveles de erosión eólica después de ejecutar el desmonte.

NIVEL DE EROSIÓN EÓLICA DESPUES DE EJECUTAR EL DESMONTE		
NIVEL	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Muy Ligera	110.961	98.421%
Ligera	1.168	1.036%
Moderada	0.61	0.543%
Severa	NA	NA
Muy Severa	NA	NA
<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>100.00%</b>

En la siguiente figura se aprecia que el nivel de erosión eólica en el área del proyecto, corresponde en casi en su totalidad a *muy ligero*, dejando menos del 2% a los niveles *ligero* y *moderado*.



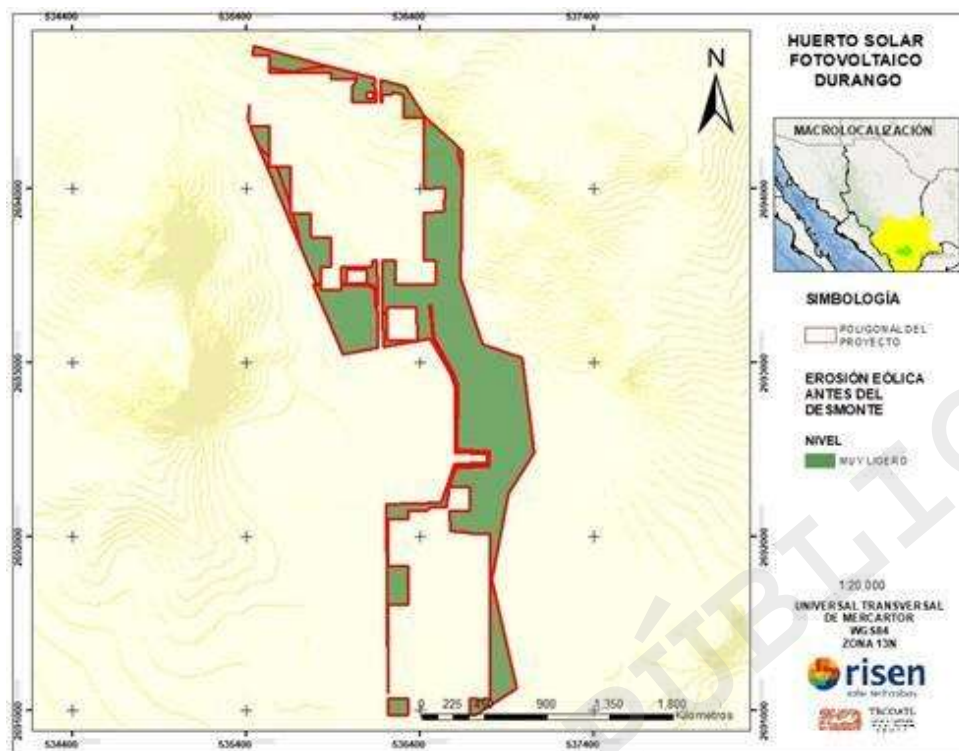


Figura IV-29. Erosión Eólica en el suelo del área del proyecto.

#### IV.2.1.1.5 Análisis comparativo de la erosión hídrica y eólica del área del Proyecto con la unidad de análisis (SAR).

Habiendo ya estimado los valores de la pérdida del suelo tanto de la erosión hídrica como eólica, se presentan en la siguiente tabla la erosión total por tipo de vegetación en el área sujeta a desmonte (Tabla IV-88).

Tabla IV-88. Comparativa de la erosión hídrica y eólica con vegetación y una vez realizado el desmonte.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE DEL PROYECTO Ha)	EROSIÓN TOTAL (HÍDRICA Y EÓLICA)		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN A MITIGAR (ton/año)
		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN (ton/año)		
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
MATORRAL CRASICUAULE	2.035	6.857	37.179	30.321
PASTIZAL INDUCIDO	0.914	256.936	1,393.026	1,136.090
PASTIZAL NATURAL	6.477	8.002	43.384	35.382
<b>TOTAL</b>	<b>9.426</b>	<b>271.795</b>	<b>1,473.589</b>	<b>1,201.794</b>

Como se presenta en la tabla anterior la erosión tanto eólica como hídrica que se va a generar por la implementación del proyecto es de **1,201.794** toneladas al año.

La erosión total hídrica y eólica total en el SAR, asciende a **605,769.704** toneladas por año.

A continuación, se presentan los datos correspondientes.

Tabla IV-89. Erosión hídrica y eólica total por tipo de vegetación en el SAR.

EROSIÓN TOTAL EN EL SAR			
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN TOTAL AL AÑO	PROMEDIO (ton/ha/año)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	770.668	31,807.041	41.272
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	981.100	15,620.381	15.921
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	7,485.116	339,535.246	45.361
AGUA	395.193	0.000	0.000
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	394.247	5,238.433	13.287
BOSQUE DE ENCINO	162.936	7,401.756	45.427
MATORRAL CRASICAULE	8,274.797	99,643.999	12.042
PASTIZAL HALÓFILO	2,960.244	6,456.573	2.181
PASTIZAL INDUCIDO	5,291.548	5,264.007	0.995
PASTIZAL NATURAL	10,268.649	49,396.385	4.810
URBANO CONSTRUIDO	213.982	9,566.983	44.709
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	811.458	15,417.551	19.000
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	3,063.498	10,595.188	3.459
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	6,196.608	9,826.160	1.586
<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>605,769.704</b>	

El volumen total de suelo que se perdería con el desarrollo del proyecto es de 1,201.794 toneladas, este valor es relativamente poco significativo, considerando que el volumen que se pierde en el SAR es de **605,769.704** toneladas anuales; es decir, la pérdida de suelo una vez realizado el desmonte representa el 0.20% de la erosión que se genera en el SAR. No obstante, es importante mencionar que se llevarán a cabo las medidas de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo, mismas que se describen el programa de Compensación, anexo en el presente estudio.

#### IV.2.1.1.5.1 Estado de conservación del suelo

En base a los recorridos de campo que se realizaron en el SAR, se puede señalar que el estado de conservación de los suelos en esta superficie es bueno ya que se trata de terrenos que se encuentran en una zona rural, por lo que la degradación de estos se debe solo a fenómenos de desgaste natural como lo es la erosión hídrica y eólica los cuales fueron calculados anteriormente en los numerales IV.2.1.1.4.2 y IV. 2.1.1.4.4.

Aunque en el SAR se identificaron áreas en donde se practica actividades como la agricultura y ganadería estas son de subsistencia y en baja escala por lo que el suelo no se ve comprometido,

aunado a lo anterior, durante los recorridos de campo no se observaron suelos contaminados y solo se pudo observar áreas que presentan algún grado de compactación del suelo debido a su uso ya que estas se ocupan como agostaderos, caminos de acceso de personas y vehículos. En razón a lo anterior, la factibilidad para la construcción del proyecto en el SAR es buena, aunque si bien es cierto que la ejecución del proyecto conlleva a una serie de impactos en el suelo, estas serán mitigadas y compensadas mediante medidas de conservación de suelos.

#### IV.2.1.1.6 Hidrología superficial y subterránea

##### IV.2.1.1.6.1 Hidrología superficial

El área de influencia del proyecto se encuentra localizado dentro del marco hidrográfico siguiente: Región Hidrológica "RH 11" Presidio - San Pedro, Cuenca "A" R. San Pedro y dentro de la Subcuenca "g" R. Saucedá, la cual, por su dimensión en superficie respecto al área del proyecto no puede hacerse un comparativo entre ambas, razón por lo que se delimitó una Microcuenca Hidrológica-Forestal (MHF) denominada como **RH11Ag-001 Juan B. Ceballos** (Figura IV-30 y Tabla IV-90).

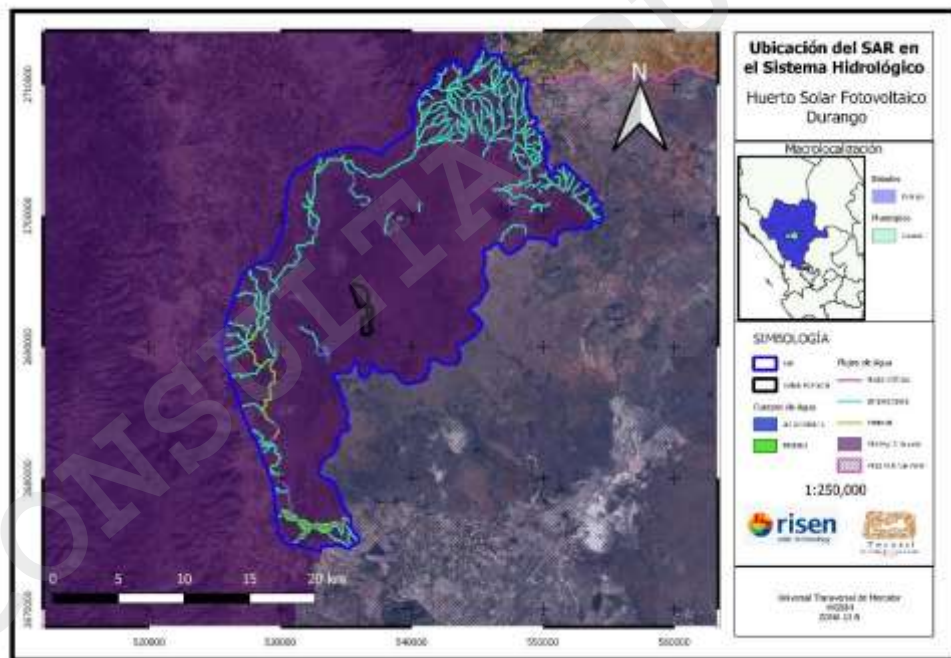


Figura IV-30. Ubicación del SAR y el proyecto en el sistema Hidrológico.

El SAR cuenta una superficie de 47,270.0437 ha (Tabla IV-90), con escurrimientos hídricos superficiales de condiciones perennes, intermitentes y flujos virtuales de primer hasta séptimo orden con una longitud superficial que en conjunto suman una longitud total de 291.9569 km (Tabla IV-91 y Tabla IV-92).

Tabla IV-90. Marco Hidrológico por unidad ambiental y superficies.

Región Hidrológica		Cuenca		Subcuenca		Microcuenca	
RH	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
11	Presidio-San Pedro	A	Río San Pedro	g	Río Saucedá	1	Juan B. Ceballos
	Sup 5200095.9125 ha		Sup 2,934,588.3659 ha		Sup 253,569.025 ha		Sup 47,270.0437 ha

Tabla IV-91. Condición y Estadísticos de las corrientes en el SAR.

Condición	No. De condición	Longitud Mínima	Longitud Máxima	Longitud Promedio	Longitud total	Desviación estándar de la longitud	Varianza de la longitud
Perenne	11	0.1784	5.0919	1.3697	15.0669	1.3894	1.9305
Intermitente	319	0.0051	6.2202	0.8023	255.9233	0.7822	0.6118
Flujo virtual	49	0.0094	2.0072	0.4279	20.9667	0.5206	0.2711

Tabla IV-92. Orden, Longitud y estadísticos de las corrientes en el SAR.

Condición	No. De condición	Longitud Mínima	Longitud Máxima	Longitud Promedio	Longitud total	Desviación estándar de la longitud	Varianza de la longitud
-1	1	0.0488	0.0488	0.0488	0.0488	0	0
1	187	0.0094	3.2502	0.7495	140.1567	0.635	0.4033
2	84	0.009	2.5052	0.5094	42.7913	0.4913	0.2414
3	60	0.0051	2.9127	0.6646	39.8741	0.6429	0.4133
4	10	0.0647	4.8141	1.5566	15.5661	1.3943	1.944
5	1	1.4012	1.4012	1.4012	1.4012	0	0
6	10	0.3238	6.2202	1.8255	18.255	1.7741	3.1474
7	26	0.0282	5.0919	1.3025	33.8637	1.2579	1.5824

El cauce principal que atraviesa el SAR de norte a sur es conocido localmente como Río La Saucedá, este río es uno de los principales aportadores de la Presa Peña del Águila, que es una de las principales fuentes de abastecimientos de agua para la zona agrícola del estado de Durango. Otros elementos hidrográficos importantes son los Arroyos Carboneras, El Tinaco, Acequia Vieja, Arroyo de Flores, Los Bueyes, La Chorrera, El Indio entre otros.

En el SAR existen cuerpos de agua importantes de carácter perenne como la Presa Peña del Águila y la Laguna Seca, así mismo existe otros de carácter intermitente como las lagunas La Gringa, Laguna Atascosa, Laguna Pachones, Lagunas Hondas, Laguna Bonanza y Laguna Pachones. En la Tabla IV-93 se presenta los elementos hidrográficos principales del SAR.

Tabla IV-93. Elementos Hidrográficos predominantes en el SAR.

Clase	Término Geográfico	Nombre	UTM X	UTM Y	Altitud	Coeficiente de Esguerrimiento 5-10%	
						Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /s)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Carboneras	542193	2710315	2166	56.75	113.5

Elementos Hidrográficos	Arroyo	El Tinaco	547351.98	2710320.01	2433	27.71	55.42
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Acequia Vieja Arroyo de Flores	532584.98	2702625.98	1923	400.43	800.86
Elementos Hidrográficos	Arroyo	La Saucedada	528726.98	2691646.01	1911	930.28	1,860.56
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Los Bueyes	528509	2693337	1910	140.8	281.6
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Carboneras	540505.99	2708464.96	2046	90.62	181.24
Elementos Hidrográficos	Arroyo	La Chorrera	544015.99	2707910	2232	46.81	93.62
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Los Chenchos	546136.99	2708208.98	2114	43.93	87.86
Elementos Hidrográficos	Arroyo	Palo Colorado	548734.99	2707416.01	2236	56.9	113.8
Elementos Hidrográficos	Arroyo	El Indio	546935.99	2707739	2112	96.93	193.86
Elementos Hidrográficos	Arroyo	La Ciénega	549045.99	2704289.98	2126	43.02	86.04
Elementos Hidrográficos	Arroyo	El Tinaco	547921.99	2707282	2184	74.29	148.58
Elementos Hidrográficos	Arroyo	La Saucedada	530188	2679624	1888	912.03	1,824.06
Elementos Hidrográficos	Lago	Laguna La Gringa	533063.94	2689410.53	1923	-	-
Elementos Hidrográficos	Lago	Laguna La Gringa	533847.21	2689546.02	1926	-	-
Elementos Hidrográficos	Lago	Laguna Seca	535374.02	2701983.38	1930	-	-
Elementos Hidrográficos	Presa (Vaso de la Presa)	Peña del Águila	532944.13	2676347.01	1888	-	-
Elementos Hidrográficos	Río	La Saucedada	529588.99	2683176.99	1899	931.55	1,863.10
Elementos Hidrográficos	Zona Sujeta a Inundación	Laguna Atascosa	531971.93	2698858.74	1923	-	-
Elementos Hidrográficos	Zona Sujeta a Inundación	Laguna Pachones	533734.12	2696311.53	1919	-	-
Elementos Hidrográficos	Zona Sujeta a Inundación	Laguna Honda	530762.36	2685244.1	1909	-	-
Elementos Hidrográficos	Zona Sujeta a Inundación	Laguna Bonanza	531142.31	2693916.63	1913	-	-
Elementos Hidrográficos	Zona Sujeta a Inundación	Laguna Pachones	534388	2695839.99	1918	-	-

ón

Nota: los valores de los flujos mínimos y máximos de los elementos hidrográficos presentes en el SAR se obtuvieron del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) en la página web [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/siatl/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#) utilizando un coeficiente de escurrimiento para el flujo mínimo del 5% y del 10% para el flujo máximo con un periodo de retorno de 5 años y una intensidad de lluvia promedio de 563.66 mm.

#### IV.2.1.1.6.2 Hidrografía subterránea

Con lo que respecta a la hidrología subterránea del SAR se encuentra dentro de los siguientes acuíferos 1002 Valle de Canatlán, 1003 Valle del Guadiana, 1005 Madero-Victoria, 1016 San Juan del Río (Tabla IV-94).

Tabla IV-94. Hidrografía subterránea en el SAR.

Clave	Acuífero	Sup (ha)
1002	Valle de Canatlán	40,846.52
1003	Valle de la Guadiana	5,969.62
1005	Madero-Victoria	17.2521
1016	San Juan del Río	436.6535
<b>Total</b>		<b>47,270.04</b>

El acuífero 1002 Valle de Canatlán que es donde se encuentra la mayor parte del SAR es tipo libre ya que está constituido por depósitos aluviales con contenido de arcilla, arena y gravas, de acuerdo a cortes litológicos el basamento en el centro del valle es de hasta 200 m, y se encuentra delimitado lateralmente por cordones de sierra, en las que el núcleo está constituido por rocas riolíticas al poniente y por derrames de basaltos al oriente.

Los estudios realizados por la CONAGUA y que fueron publicados en el DOF el 20 de abril de 2015 en la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero **1002 Valle de Canatlán**, mencionan que en el área existen dos direcciones predominantes del **flujo subterráneo** una de **poniente a oriente** y otra de **sur a norte**.

Tomando en cuenta lo anterior, **la dirección predominante del flujo subterráneo en el SAR es de poniente a oriente**, esto es, de las partes altas del SAR hacia la parte baja. Por las características del proyecto no se prevé la afectación en cuanto a la recarga y calidad de agua de los mantos freáticos.



#### IV.2.1.1.6.3 Estimación del Balance hídrico en el SAR

##### IV.2.1.1.6.3.1 Esguerrimiento superficial

El esguerrimiento superficial fue determinado a través del método de curvas numéricas, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de 1972, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), y adoptado por la Comisión Nacional Forestal en 2004.

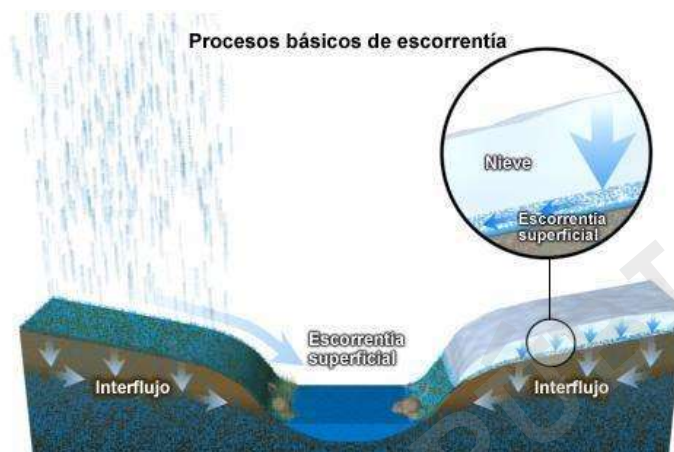


Figura IV-31. Proceso básico de esguerrimiento.

El método de las curvas numéricas es una representación general de los coeficientes de esguerrimiento medio y máximo instantáneo, y fueron obtenidos por el Servicio de Conservación de Suelos (CSC), basado en la observación de hidrogramas procedentes de varias tormentas en diferentes áreas de los Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, usos de suelos, con su tratamiento mecánico y condición de humedad antecedente (esta última no considerada en el presente trabajo por falta de datos).

Las curvas numéricas son similares al coeficiente de esguerrimiento y fueron obtenidas por el USDA–SCS, con base en la observación de hidrógrafas procedentes de varias tormentas en diferentes cuencas de Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad.

El cálculo del esguerrimiento medio a partir de las curvas numéricas es obtenido mediante las siguientes relaciones (**Anexo 1**):

$$Q = ((P - 0.25)^2(P + 0.85))$$

Donde:

**Q** = esguerrimiento medio (mm).

**P** = precipitación (mm).

**S** = potencial máximo de retención de humedad (mm).

**0.2 y 0.8** = constantes

Esta fórmula solo es válida si  $0.2S < P$ , es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que si no se cumple esto la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no escurre.

$$S = (25400/CN) - 254$$

Donde:

**S** = potencial máximo de retención de humedad.

**CN** = curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

**25400 y 254** = constantes

El valor de las curvas numéricas está determinado por los siguientes factores:

- a) **Suelo.** El suelo es uno de los factores de mayor incidencia en el escurrimiento; su contenido de materia orgánica y textura son los factores que ayudan de manera importante en la infiltración. El USDA–SCS tomo en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica, para agruparlos en cuatro clases (Tabla IV-95).

*Tabla IV-95. Grupos de suelos de acuerdo con sus características.*

GRUPO DE SUELOS	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm/h.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones limosos. Infiltración básica 4-8 mm/h.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm/h.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor 1 mm/h.

- b) **Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno.** Este factor considera la cobertura vegetal del terreno, el cual incide directamente sobre la intercepción de la precipitación y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor, se determinaron tres clases de cobertura, así como una serie de parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno (Tabla IV-96).

Tabla IV-96. Clases de Cobertura Vegetal.

CLASE DE COBERTURA VEGETAL	
Buena	> De 75%
Regular	50-75%
Mala	< de 50%

Tabla IV-97. Vegetación y Condición Hidrológica.

VEGETACIÓN	CONDICIÓN HIDROLÓGICA
Pastos naturales	En malas condiciones: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal.
	En condiciones regulares: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
	En buenas condiciones: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	En condiciones malas: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados.
	En condiciones regulares: moderadamente pastoreados y con algo de crecimiento.
Pastizales mejorados	En buenas condiciones: densamente pobladas y sin pastorear.
	En malas condiciones: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidado sistema de manejo de pastoreo
Rotación de praderas	En malas condiciones: áreas con material disperso, sobrepastoreado.
	En buenas condiciones: praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	En malas condiciones: cultivos manejados con base en monocultivos.
	En buenas condiciones: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

- c) **Uso del suelo.** El uso del suelo es un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial. Por tal motivo se consideran las diferentes prácticas de manejo a que es sometido. Con este último parámetro se compone la tabla para obtener la curva numérica que se utilizará en la fórmula (Tabla IV-98).

Tabla IV-98. Curva numérica para cada uso de suelo y vegetación.

USO DEL SUELO	COBERTURA		GRUPO DE SUELOS			
	TRATAMIENTO O PRÁCTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	A	B	C	D
Suelo en descanso	Surcos rectos	----	77	86	91	94
	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
Cultivo de escarda	Curva a nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	Buena	65	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	Mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	62	71	78	81

Cultivos tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	Buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	Buena	55	69	78	83
	Terraza y curva a nivel	Mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	9	86	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva a nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva a nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva a nivel	Buena	6	35	70	79
Pasto de corte	Buena	30	58	71	78	
Bosque	Mala	45	66	77	83	
	Regular	36	60	73	79	
Caminos de tierra	Buena	25	55	70	77	
	Buena	72	82	87	89	
Caminos pavimentados	Buena	74	84	90	92	

Nota: (---) la literatura no menciona condición hidrológica para suelos en descanso.

Obteniendo el valor de la curva numérica, se aplica la fórmula para determinar la retención máxima a partir de la siguiente fórmula:

$$S = (25400/CN) - 254$$

Donde:

**S** = Retención máxima potencial de humedad (mm).

**CN** = Curvas numéricas o valor obtenido (Tabla 71).

La retención máxima potencial, expresa el gasto medio en lámina de escurrimiento que se presenta en la Subcuenca hidrográfica, para una tormenta en particular (se consideró la máxima precipitación del mes más lluvioso), y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = ((P - 0.25)^2 / (P + 0.85))$$

Donde:

**Q** = Ecurrimiento medio en mm.

**P** = precipitación en mm (para una tormenta en particular).

**S** = Potencial máximo de retención de humedad en mm.

Para la estimación de los coeficientes parciales, se consideró la precipitación del mes más lluvioso, en este caso fue el mes de julio con una precipitación media de 139.6 mm.

Esta fórmula solo es válida si  $0.2S < P$ , es decir, si la precipitación es mayor que la retención máxima de humedad, ya que si no se cumple esto la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no escurre.

La obtención de los coeficientes parciales de escurrimiento se origina de dividir el gasto medio escurrido, entre la precipitación del mes más lluvioso, como se presenta en la Tabla IV-99.

Tabla IV-99. Determinación de los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación del SAR.

Determinación de los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación							
N°	TIPO DE VEGETACIÓN	GRUPO SUELOS	PP. MES MÁS LLUVIOSO (mm) (SEPTIEMBRE)	CURVA NUMÉRICA	RETENCIÓN MÁXIMA POTENCIAL	GASTO MEDIO ESCURRIDO (mm)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
1	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	C	139.6	81	59.58	87.06	0.624
2	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	B	139.6	73	93.95	67.96	0.487
3	<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
4	AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	C	139.6	81	59.58	87.06	0.624
5	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	C	139.6	81	59.58	87.06	0.624
6	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	B	139.6	73	93.95	67.96	0.487
7	<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
8	<b>AGUA</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
9	<b>AGUA</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
10	<b>AGUA</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
11	DESPROVISTA DE VEGETACIÓN ÁREA	C	139.6	87	37.95	102.53	0.734
12	DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	B	139.6	82	55.76	89.57	0.642
13	BOSQUE DE ENCINO	B	139.6	60	169.33	40.64	0.291
14	MATORRAL CRASICAULE	C	139.6	73	93.95	67.96	0.487
15	MATORRAL CRASICAULE	B	139.6	60	169.33	40.64	0.291
16	PASTIZAL HALÓFILO	C	139.6	74	89.24	70.25	0.503
17	PASTIZAL	B	139.6	61	162.39	42.58	0.305

18	HALÓFILO PASTIZAL INDUCIDO	C	139.6	74	89.24	70.25	0.503
19	PASTIZAL INDUCIDO	B	139.6	61	162.39	42.58	0.305
20	PASTIZAL NATURAL	C	139.6	74	89.24	70.25	0.503
21	PASTIZAL NATURAL	B	139.6	61	162.39	42.58	0.305
22	<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>AGUA</b>	<b>139.6</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>
23	URBANO CONSTRUIDO	C	139.6	90	28.22	110.64	0.793
24	URBANO CONSTRUIDO	B	139.6	84	48.38	94.67	0.678
25	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	C	139.6	73	93.95	67.96	0.487
26	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	C	139.6	73	93.95	67.96	0.487
27	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	B	139.6	60	169.33	40.64	0.291
28	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	C	139.6	74	89.24	70.25	0.503
29	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	B	139.6	61	162.39	42.58	0.305

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación, se procedió a realizar el cálculo del escurrimiento el cual se obtiene multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial, la unidad de medida es (m<sup>3</sup>/año), en el caso de los cuerpos de agua resultado del cruce de información de la información vectorial de uso del suelo y vegetación Serie VI y la capa de Edafología obtenida también del INEGI, se les asignó un valor de 0.

Tabla IV-100. Escurrimiento superficial por tipo de vegetación presentes en el SAR.

Escurrimiento superficial en m3 por tipo de vegetacion.					
No.	TIPO DE VEGETACION	ÁREA (m2)	pp MEDIA ANUAL (m)	COEFICIENTE "C"	ESCURRIMIENTO (m3/año)
1	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	5,037,490	0.55	0.62	1,737,601.99
2	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	2,550,430	0.55	0.49	686,750.007



<b>3</b>	<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>118,760</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
4	AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	9,811,000	0.55	0.62	3,384,148.290
5	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	37,895,780	0.55	0.62	13,071,546.129
6	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	36,902,740	0.55	0.49	9,936,738.886
<b>7</b>	<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>52,640</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
<b>8</b>	<b>AGUA</b>	<b>512,850</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
<b>9</b>	<b>AGUA</b>	<b>939,820</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
<b>10</b>	<b>AGUA</b>	<b>2,499,260</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
11	ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	1,155,570	0.55	0.73	469,426.844
12	ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	2,786,900	0.55	0.64	989,004.960
13	BOSQUE DE ENCINO	1,629,360	0.55	0.29	262,374.228
14	MATORRAL CRASICAULE	57,455,760	0.55	0.49	15,471,016.098
15	MATORRAL CRASICAULE	25,292,210	0.55	0.29	4,072,779.542
16	PASTIZAL HALÓFILO	8,085,740	0.55	0.50	2,250,682.653
17	PASTIZAL HALÓFILO	21,516,700	0.55	0.30	3,629,636.404
18	PASTIZAL INDUCIDO	15,147,690	0.55	0.50	4,216,391.217
19	PASTIZAL INDUCIDO	37,767,790	0.55	0.30	6,371,020.905
20	PASTIZAL NATURAL	74,336,150	0.55	0.50	20,691,622.943
21	PASTIZAL NATURAL	28,020,280	0.55	0.30	4,726,720.563
<b>22</b>	<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>330,060</b>	<b>0.55</b>		<b>0.000</b>
23	URBANO CONSTRUIDO	900,660	0.55	0.79	394,829.169
24	URBANO CONSTRUIDO	1,239,160	0.55	0.68	464,793.640
25	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	8,114,580	0.55	0.49	2,184,999.342
26	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	9,223,210	0.55	0.49	2,483,518.282
27	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	21,411,770	0.55	0.29	3,447,916.130
28	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	53,470,510	0.55	0.50	14,883,628.376
29	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	8,495,570	0.55	0.30	1,433,111.497
	<b>TOTAL</b>	<b>472,700,440</b>	<b>C ponderada</b>	<b>0.49</b>	<b>117,260,258.099</b>

Con los coeficientes parciales de escurrimiento se obtuvo el coeficiente ponderado y, finalmente con este coeficiente se obtuvo el escurrimiento medio por tipo de vegetación y el escurrimiento total del SAR (Tabla IV-101).

Tabla IV-101. Escurrimiento medio por tipo de vegetación en el SAR.

Escurrimiento medio en m <sup>3</sup> por tipo de vegetación					
N°	TIPO DE USO DE SUELO	ÁREA (Ha)	PRECIPITACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	COEFICIENTE PONDERADO DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO MEDIO (m <sup>3</sup> /año)
1	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	503.749	2,786,235.719	0.49	1,363,838.582
2	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	255.043	1,410,642.833	0.49	690,497.616
<b>3</b>	<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>11.876</b>	<b>65,686.156</b>	-	-
4	AGRICULTURA DE RIEGO				

	PERMANENTE	981.100	5,426,464.100	0.49	2,656,207.820
5	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	3,789.578	20,960,155.918	0.49	10,259,817.265
6	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	3,690.274	20,410,905.494	0.49	9,990,963.875
7	<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>5.264</b>	<b>29,115.184</b>	-	-
8	<b>AGUA</b>	<b>51.285</b>	<b>283,657.335</b>	-	-
9	<b>AGUA</b>	<b>93.982</b>	<b>519,814.442</b>	-	-
10	<b>AGUA</b>	<b>249.926</b>	<b>1,382,340.706</b>	-	-
11	ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	115.557	639,145.767	0.49	312,856.393
12	ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	278.690	1,541,434.390	0.49	754,518.966
13	BOSQUE DE ENCINO	162.936	901,199.016	0.49	441,129.220
14	MATORRAL CRASICAULE	5,745.576	31,778,780.856	0.49	15,555,441.752
15	MATORRAL CRASICAULE	2,529.221	13,989,121.351	0.49	6,847,555.396
16	PASTIZAL HALÓFILO	808.574	4,472,222.794	0.49	2,189,114.853
17	PASTIZAL HALÓFILO	2,151.670	11,900,886.770	0.49	5,825,382.408
18	PASTIZAL INDUCIDO	1,514.769	8,378,187.339	0.49	4,101,051.130
19	PASTIZAL INDUCIDO	3,776.779	20,889,364.649	0.49	10,225,165.544
20	PASTIZAL NATURAL	7,433.615	41,115,324.565	0.49	20,125,600.138
21	PASTIZAL NATURAL	2,802.028	15,498,016.868	0.49	7,586,146.862
22	<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>33.006</b>	<b>182,556.186</b>	-	-
23	URBANO CONSTRUIDO	90.066	498,155.046	0.49	243,842.639
24	URBANO CONSTRUIDO	123.916	685,379.396	0.49	335,487.359
25	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	811.458	4,488,174.198	0.49	2,196,922.929
26	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	922.321	5,101,357.451	0.49	2,497,070.893
27	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	2,141.177	11,842,849.987	0.49	5,796,973.899
28	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	5,347.051	29,574,539.081	0.49	14,476,484.234

VEGETACIÓN SECUNDARIA					
29	ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	849.557	4,698,899.767	0.49	2,300,071.295
	<b>TOTAL</b>	<b>47,270.044</b>	<b>261,450,613.364</b>	-	<b>126,772,141.068</b>

El valor del coeficiente ponderado de escurrimiento (0.49), indica que el 48.49% del total de la precipitación que cae en el SAR anualmente (261,450,613.364 m<sup>3</sup>/año), se convierte en escurrimiento superficial la cantidad de **126,772,141.068 m<sup>3</sup> anuales**.

#### IV.2.1.1.6.3.2 Infiltración

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otro escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrándose. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar es la intercepción por follaje de plantas. Se estima que, en cada lluvia torrencial, el follaje venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler y Dawson, 1957).



Figura IV-32. Infiltración del agua en el suelo.

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

$$C = (Kp + Kv + Kfc)$$

Donde:

**C** = Coeficiente de infiltración.

**Kp** = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.

**Kv** = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.

**Kfc** = Fracción que infiltra por efecto de textura de suelo.

Las variables arriba señaladas pueden tomar los valores que se señalan en la Tabla IV-102.

*Tabla IV-102. Valores K en función de la textura, pendiente y tipo de vegetación.*

VALORES PARA LA VARIABLE K <sub>fc</sub> FRACCIÓN QUE INFILTRA POR TEXTURA DEL SUELO	
0.10	Arcilla compacta impermeable
0.15	Combinación de limo y arcilla
0.20	Suelo limo arenoso no muy compacto
VALORES PARA LA VARIABLE K <sub>p</sub> FRACCIÓN QUE INFILTRA POR EFECTO DE LA PENDIENTE	
0.30	0.02% a 0.06%
0.20	0.3% a 0.4%
0.15	1% a 2%
0.10	2% a 7%
0.06	> 7%
VALORES DE LA VARIABLE K <sub>v</sub> FRACCIÓN QUE INFILTRA POR EFECTO DE COBERTURA VEGETAL	
0.09	Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más de 75%)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - K_i)CP$$

Donde:

**C**= Coeficiente de infiltración

**I**= Infiltración

**K<sub>i</sub>**= Intercepción por el follaje

**P**= Precipitación (media anual)

**1**= Constante

Considerando los valores propuestos por la ONU y las variables de las condiciones actuales tomarán los siguientes valores para cada tipo de vegetación (Tabla IV-103).

Tabla IV-103. Valores de k por tipo de vegetación presentes en el SAR.

INFILTRACION CON VEGETACIÓN							
TIPO DE VEGETACIÓN	TEXTURA	kfc	PENDIENTE %	Kp	Kv	C	Área (Ha)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	Fina	0.10	>7	0.06	0.10	0.26	2.042
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	Media	0.15	>7	0.06	0.10	0.31	13.732
<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>Agua</b>		<b>0 A 7</b>			<b>0.00</b>	<b>11.876</b>
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.10	0.30	501.708
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.10	0.35	241.310
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.10	0.30	981.100
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Fina	0.10	>7	0.06	0.10	0.26	118.101
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Media	0.15	>7	0.06	0.10	0.31	620.719
<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>Agua</b>		<b>0 A 7</b>			<b>0.00</b>	<b>5.265</b>
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.10	0.30	3,671.476
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.10	0.35	3,069.555
<b>AGUA</b>	<b>Agua</b>		<b>0 A 7</b>			<b>0.00</b>	<b>249.926</b>
<b>AGUA</b>	<b>Agua</b>		<b>0 A 7</b>			<b>0.00</b>	<b>51.285</b>
<b>AGUA</b>	<b>Agua</b>		<b>0 A 7</b>			<b>0.00</b>	<b>93.982</b>
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	Fina	0.10	>7	0.06	0.09	0.25	0.218
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	Media	0.15	>7	0.06	0.09	0.30	0.581
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.09	0.29	115.338
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.09	0.34	278.110
BOSQUE DE ENCINO	Media	0.15	>7	0.06	0.20	0.41	155.698
BOSQUE DE ENCINO	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.20	0.45	7.238
MATORRAL CRASICAULE	Fina	0.10	>7	0.06	0.20	0.36	385.742
MATORRAL CRASICAULE	Media	0.15	>7	0.06	0.20	0.41	1,582.291
MATORRAL CRASICAULE	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.20	0.40	5,359.834
MATORRAL CRASICAULE	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.20	0.45	946.930
PASTIZAL HALÓFILO	Fina	0.10	>7	0.06	0.18	0.34	2.462
PASTIZAL HALÓFILO	Media	0.15	>7	0.06	0.18	0.39	40.088
PASTIZAL HALÓFILO	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.18	0.38	806.112
PASTIZAL HALÓFILO	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.18	0.43	2,111.582
PASTIZAL INDUCIDO	Fina	0.10	>7	0.06	0.18	0.34	3.548
PASTIZAL INDUCIDO	Media	0.15	>7	0.06	0.18	0.39	14.603
PASTIZAL INDUCIDO	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.18	0.38	1,511.221
PASTIZAL INDUCIDO	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.18	0.43	3,762.176
<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>Agua</b>		<b>&gt;7</b>			<b>0.00</b>	<b>2.464</b>
PASTIZAL NATURAL	Fina	0.10	>7	0.06	0.18	0.34	669.924
PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	>7	0.06	0.18	0.39	1,356.158

<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>Agua</b>	<b>0 A 7</b>	<b>0.00</b>	<b>30.543</b>
PASTIZAL NATURAL	Fina	0.10	0 A 7	0.10 0.18 0.38 6,763.691
PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	0 A 7	0.10 0.18 0.43 1,445.869
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>Fina</b>	<b>&gt;7</b>	<b>0.00</b>	<b>0.253</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>Media</b>	<b>&gt;7</b>	<b>0.00</b>	<b>18.380</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>Fina</b>	<b>0 A 7</b>	<b>0.00</b>	<b>89.813</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>Media</b>	<b>0 A 7</b>	<b>0.00</b>	<b>105.536</b>
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	Media	0.15	>7	0.06 0.20 0.41 749.028
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	Media	0.15	0 A 7	0.10 0.20 0.45 62.430
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	Fina	0.10	>7	0.06 0.20 0.36 49.868
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	Media	0.15	>7	0.06 0.20 0.41 56.420
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	Fina	0.10	0 A 7	0.10 0.20 0.40 872.453
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	Media	0.15	0 A 7	0.10 0.20 0.45 2,084.757
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Fina	0.10	>7	0.06 0.18 0.34 158.192
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	>7	0.06 0.18 0.39 5.485
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Fina	0.10	0 A 7	0.10 0.18 0.38 5,188.858
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	0 A 7	0.10 0.18 0.43 844.073

Por último, se aplica la fórmula para calcular el volumen de infiltración tomando en cuenta que la precipitación media anual del SAR es de 553.1 mm/año.

Tabla IV-104. Infiltración por tipo de vegetación presente en el SAR.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m2)	superficie (ha)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m3)	Expresado en m3/ha/año
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	126.549	20,420.000	2.042	2,584.136	1,265.493
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	150.886	137,320.000	13.732	20,719.622	1,508.857
<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>0.000</b>	<b>118,760.000</b>	<b>11.876</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	146.018	5,017,080.000	501.708	732,585.994	1,460.184
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	170.355	2,413,100.000	241.310	411,083.168	1,703.548
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	146.018	9,811,000.000	981.100	1,432,586.522	1,460.184
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	126.549	1,181,010.000	118.101	149,455.965	1,265.493



AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	150.886	6,207,190.000	620.719	936,576.084	1,508.857
<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>0.000</b>	<b>52,650.000</b>	<b>5.265</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	146.018	36,714,760.000	3,671.476	5,361,030.512	1,460.184
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	170.355	30,695,550.000	3,069.555	5,229,134.281	1,703.548
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>2,499,260.000</b>	<b>249.926</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>512,850.000</b>	<b>51.285</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>939,820.000</b>	<b>93.982</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	121.682	2,180.000	0.218	265.267	1,216.820
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	146.018	5,810.000	0.581	848.367	1,460.184
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	141.151	1,153,380.000	115.338	162,800.879	1,411.511
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	165.488	2,781,100.000	278.110	460,237.342	1,654.875
BOSQUE DE ENCINO	199.558	1,556,980.000	155.698	310,708.562	1,995.585
BOSQUE DE ENCINO	219.028	72,380.000	7.238	15,853.218	2,190.276
MATORRAL CRASICAULE	175.222	3,857,420.000	385.742	675,905.156	1,752.221
MATORRAL CRASICAULE	199.558	15,822,910.000	1,582.291	3,157,595.869	1,995.585
MATORRAL CRASICAULE	194.691	53,598,340.000	5,359.834	10,435,125.133	1,946.912
MATORRAL CRASICAULE	219.028	9,469,300.000	946.930	2,074,038.053	2,190.276
PASTIZAL HALÓFILO	165.488	24,620.000	2.462	4,074.303	1,654.875
PASTIZAL HALÓFILO	189.824	400,880.000	40.088	76,096.613	1,898.239
PASTIZAL HALÓFILO	184.957	8,061,120.000	806.112	1,490,957.670	1,849.566
PASTIZAL HALÓFILO	209.293	21,115,820.000	2,111.582	4,419,394.160	2,092.930
PASTIZAL INDUCIDO	165.488	35,480.000	3.548	5,871.497	1,654.875
PASTIZAL INDUCIDO	189.824	146,030.000	14.603	27,719.987	1,898.239
PASTIZAL INDUCIDO	184.957	15,112,210.000	1,511.221	2,795,103.585	1,849.566
PASTIZAL INDUCIDO	209.293	37,621,760.000	3,762.176	7,873,972.521	2,092.930
<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>0.000</b>	<b>24,640.000</b>	<b>2.464</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
PASTIZAL NATURAL	165.488	6,699,240.000	669.924	1,108,640.613	1,654.875
PASTIZAL NATURAL	189.824	13,561,580.000	1,356.158	2,574,312.277	1,898.239
<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>0.000</b>	<b>305,430.000</b>	<b>30.543</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
PASTIZAL NATURAL	184.957	67,636,910.000	6,763.691	12,509,895.614	1,849.566
PASTIZAL NATURAL	209.293	14,458,690.000	1,445.869	3,026,103.185	2,092.930
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>2,530.000</b>	<b>0.253</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>183,800.000</b>	<b>18.380</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>898,130.000</b>	<b>89.813</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>1,055,360.000</b>	<b>105.536</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>

<b>CONSTRUIDO</b>					
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	199.558	7,490,280.000	749.028	1,494,748.892	1,995.585
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	219.028	624,300.000	62.430	136,738.931	2,190.276
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	175.222	498,680.000	49.868	87,379.747	1,752.221
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	199.558	564,200.000	56.420	112,590.894	1,995.585
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	194.691	8,724,530.000	872.453	1,698,589.215	1,946.912
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	219.028	20,847,570.000	2,084.757	4,566,193.223	2,190.276
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	165.488	1,581,920.000	158.192	261,788.018	1,654.875
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	189.824	54,850.000	5.485	10,411.842	1,898.239
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	184.957	51,888,580.000	5,188.858	9,597,137.411	1,849.566
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	209.293	8,440,730.000	844.073	1,766,586.042	2,092.930
<b>TOTAL</b>	<b>7,320.389</b>	<b>472,700,440.000</b>	<b>47,270.044</b>	<b>87,213,440.366</b>	<b>73,203.891</b>

El agua infiltrada representa el 33.36 % del total de la precipitación (261,450,613.364 m<sup>3</sup> de agua), dicho porcentaje corresponde a un valor de **87,213,440.336 m<sup>3</sup>** de agua infiltrada en un año. Cabe señalar que no toda el agua está disponible ya que un porcentaje queda retenido en el suelo y no llega al acuífero.

#### IV.2.1.1.6.3.3 Evapotranspiración Potencial (ETP)

La evapotranspiración es el proceso que representa la mayor pérdida de agua en el SAR, por efecto de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas.



Figura IV-33. Evapotranspiración del agua.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se aplicó la fórmula de Thornthwaite (1948), modificada por Llorente (1969), para posteriormente obtener la evapotranspiración real aplicando el método de Blaney-Criddle.

El método de Thornthwaite (1948), calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales a través de la siguiente fórmula:

$$ETP = 16Ka(10Tj/l)^a$$

Donde:

**ETP** = ETP en el mes j, en mm.

**Tj** = Temperatura media en el mes j, en °C.

**l, a** = Constantes.

**Ka** = Factor de corrección de la duración del día de acuerdo con la latitud (Tabla IV-105).

**16** = Constante.

Tabla IV-105. Valores de Ka (factor de corrección), de acuerdo con la latitud y el mes del año.

LATITUD EN GRADOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.91
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70

Fuente: Aparicio (1992).

Las constantes “I” (índice de eficiencia de temperatura), y “a” se calcula de la siguiente forma:

$$I = \sum_{j=1}^n ij$$

Donde:

i j = Índice de calor mensual y j = número de mes.

ij= (Tj/5)<sup>1.514</sup>,

a = (0.92621/2.42325-logI)

Para la obtención de los datos de ETP mensual, se utilizan los datos de temperatura media mensual para sustituirlos en la fórmula de Thornthwaite y obtener los valores de cada uno de los elementos de la fórmula. Con la fórmula del índice de calor mensual se obtuvo el valor para cada uno de los meses (Tabla IV-106), luego sumando los valores, se obtuvo el índice de calor anual el cual es utilizado en la fórmula de ETP.

Tabla IV-106. Índice de calor mensual para cada uno de los meses.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)
Ene	10.6	3.12
Feb	12.0	3.74
Mzo	14.6	5.07
Abr	17.6	6.69
May	20.3	8.31
Jun	21.6	9.13
Jul	20.2	8.28
Ago	19.7	7.94
Sept	18.8	7.40
Oct	16.4	6.04
Nov	13.6	4.52
Dic	11.3	3.41
<b>Total</b>	<b>16.4</b>	<b>73.66</b>

El valor de la constante “a” se obtiene sustituyendo el valor del índice de calor anual en la fórmula presentada anteriormente:

$$a = (0.92621) / (2.42325 - \text{LOG}(73.66)) = 1.666$$

Después de haber obtenido todos los componentes de la fórmula de ETP, se sustituyen los valores en la fórmula para generar la ETP mensual, y finalmente obtener la ETP anual.

Tabla IV-107. Evapotranspiración potencial mensual y anual presentes en el SAR.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)	(Factor de correccion) Horas luz de acuerdo a la latitud (Ka)	ETP mensual
Ene	10.600	3.119	0.950	27.872
Feb	11.950	3.740	0.900	32.241
Mzo	14.600	5.065	1.030	51.512
Abr	17.550	6.693	1.050	71.350
May	20.250	8.312	1.130	97.455
Jun	21.550	9.133	1.110	106.185
Jul	20.200	8.281	1.140	97.914
Ago	19.650	7.942	1.110	91.052
Sept	18.750	7.397	1.020	77.384
Oct	16.400	6.040	1.000	60.698
Nov	13.550	4.524	0.930	41.073
Dic	11.250	3.414	0.910	29.481
<b>Total</b>	<b>16.358</b>	<b>73.659</b>	-	<b>784.216</b>

La tabla anterior muestra que la ETP es de **784.216** mm/añual que representa la demanda evaporativa de la atmósfera, pero el dato que requerimos es la evapotranspiración real (ETR), es decir, la que ocurre de acuerdo con las condiciones prevalecientes en cuanto a clima, cobertura, propiedades físicas de suelos y manejo del terreno.

#### IV.2.1.1.6.3.4 Evapotranspiración Real (ETR)

Para el presente estudio interesa conocer la ETR, determinada por el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de vegetación o cobertura presente en la zona, ya que cada especie tiene diferentes valores de evapotranspiración debido a los diferentes procesos fisiológicos.

Para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo completo se empleó la fórmula:

$$Et = KgF$$

Donde:

**Et** = Evaporación durante el ciclo vegetativos (mm).

**F** = Factor de temperatura y luminosidad.

**Kg** = Coeficiente global de desarrollo.

Los coeficientes fueron obtenidos de la investigación, Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos de la FAO.

El factor de temperatura y luminosidad (F) se calculó de la siguiente manera.

$$F = \sum_{j=1}^n f_i$$

Donde:

**n** = número de meses que dura el ciclo vegetativo.

**fi**=  $P_i((T_i+17.8) / 21.8)$

**Pi**= Porcentaje de horas de sol del mes i con respecto al año.

**Ti**= Temperatura media del mes i ° C.

**17.8 y 21.8** = Constantes.

A continuación, se presentan los coeficientes globales de desarrollo (Kg) para los distintos usos de suelo y vegetación presentes.

Tabla IV-108. Coeficientes globales de desarrollo por tipo de vegetación en el SAR.

Coeficientes globales de desarrollo del cultivo (BIBLIOGRAFÍA: Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, 2006, ISSN 0254-5293)	
Uso de suelo y vegetación	Coeficiente Considerado Kg (0.5-1.2)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	1.20
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	1.20
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	1.20
<b>AGUA</b>	<b>0.00</b>
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	0.30
BOSQUE DE ENCINO	1.00
MATORRAL CRASICAULE	0.80
PASTIZAL HALÓFILO	0.75
PASTIZAL INDUCIDO	0.75
PASTIZAL NATURAL	0.75
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.00</b>
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	1.00
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	0.83
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	0.75

Los valores de Pi, que es el porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, se tomaron de la siguiente tabla.



Tabla IV-109. Porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, de acuerdo con la latitud.

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	8.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20°	7.74	7.26	8.41	8.53	9.14	9.00	9.23	8.95	8.29	8.17	7.59	7.66
21°	7.7	6.98	8.41	8.56	9.2	9.08	9.3	8.98	8.29	8.13	7.52	7.6
22°	7.66	6.95	8.41	8.58	9.24	9.12	9.34	9.01	8.29	8.11	7.48	7.56
23°	7.62	6.93	8.4	8.6	9.28	9.17	9.38	9.03	8.29	8.09	7.45	7.51
24°	7.57	6.91	8.4	8.61	9.32	9.22	9.42	9.06	8.3	8.07	7.41	7.46
25°	7.53	6.88	8.39	8.63	9.36	9.27	9.47	9.09	8.3	8.05	7.37	7.41
26°	7.49	6.86	8.39	8.65	9.4	9.31	9.51	9.12	8.3	8.03	7.33	7.36
27°	7.44	6.84	8.38	8.67	9.44	9.36	9.56	9.14	8.31	8.01	7.29	7.31
28°	7.39	6.81	8.38	8.69	9.48	9.41	9.61	9.17	8.31	7.99	7.25	7.26
29°	7.35	6.79	8.37	8.71	9.52	9.47	9.66	9.2	8.32	7.97	7.21	7.2
30°	7.3	6.76	8.37	8.73	9.57	9.52	9.71	9.23	8.32	7.94	7.16	7.15
31°	7.25	6.74	8.36	8.75	9.61	9.57	9.76	9.26	8.32	7.92	7.12	7.09
32°	7.2	6.71	8.36	8.77	9.66	9.63	9.81	9.29	8.33	7.9	7.08	7.04

Fuente: Aparicio, 2005.

Utilizando los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz mensual, se sustituyen en la fórmula para calcular  $F_i$ , que se multiplica por el coeficiente global del cultivo, dando como resultado los valores de ETR mensuales (Tabla IV-110).

Tabla IV-110. Cálculo de la evapotranspiración real por tipo de vegetación presente en el SAR.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Ti)	Pi	fi	RAS	RP	TA	H2O	ADV	BQ	MC	PH	PI	PN	ZU	VSa/BQ	VSa/MC	VSa/PN
<b>Ene</b>	10.600	7.570	9.862	11.834	11.834	11.834	0	2.959	9.862	7.889	7.396	7.396	7.396	0	9.862	8.185	7.396
<b>Feb</b>	11.950	6.910	9.430	11.316	11.316	11.316	0	2.829	9.430	7.544	7.072	7.072	7.072	0	9.430	7.827	7.072
<b>Mzo</b>	14.600	8.400	12.484	14.981	14.981	14.981	0	3.745	12.484	9.988	9.363	9.363	9.363	0	12.484	10.362	9.363
<b>Abr</b>	17.550	8.610	13.962	16.754	16.754	16.754	0	4.188	13.962	11.169	10.471	10.471	10.471	0	13.962	11.588	10.471
<b>May</b>	20.250	9.320	16.267	19.521	19.521	19.521	0	4.880	16.267	13.014	12.200	12.200	12.200	0	16.267	13.502	12.200
<b>Jun</b>	21.550	9.220	16.643	19.971	19.971	19.971	0	4.993	16.643	13.314	12.482	12.482	12.482	0	16.643	13.813	12.482
<b>Jul</b>	20.200	9.420	16.420	19.704	19.704	19.704	0	4.926	16.420	13.136	12.315	12.315	12.315	0	16.420	13.629	12.315
<b>Ago</b>	19.650	9.060	15.564	18.677	18.677	18.677	0	4.669	15.564	12.451	11.673	11.673	11.673	0	15.564	12.918	11.673
<b>Sept</b>	18.750	8.300	13.916	16.699	16.699	16.699	0	4.175	13.916	11.133	10.437	10.437	10.437	0	13.916	11.550	10.437
<b>Oct</b>	16.400	8.070	12.660	15.192	15.192	15.192	0	3.798	12.660	10.128	9.495	9.495	9.495	0	12.660	10.508	9.495
<b>Nov</b>	13.550	7.410	10.656	12.787	12.787	12.787	0	3.197	10.656	8.525	7.992	7.992	7.992	0	10.656	8.845	7.992
<b>Dic</b>	11.250	7.460	9.941	11.929	11.929	11.929	0	2.982	9.941	7.953	7.456	7.456	7.456	0	9.941	8.251	7.456
<b>ETR</b>				<b>189.366</b>	<b>189.366</b>	<b>189.366</b>	<b>0</b>	<b>47.342</b>	<b>157.805</b>	<b>126.244</b>	<b>118.354</b>	<b>118.354</b>	<b>118.354</b>	<b>0</b>	<b>157.805</b>	<b>130.978</b>	<b>118.354</b>

Por lo anterior se tiene que la evapotranspiración real media anual es de 118.692 mm/año. Con el valor obtenido de evapotranspiración real (mm) para cada tipo de vegetación y uso de suelo, se calculó el volumen de evapotranspiración en m<sup>3</sup>, valores que se muestran en la Tabla IV-111.

Tabla IV-111. Cálculo de la evapotranspiración real por tipo de vegetación presentes en el SAR.

CALCULO DE LA ETR				
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	4,262,564.708	770.668	189.366	1,459,383.377
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	5,426,464.100	981.100	189.366	1,857,870.096
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	41,400,176.596	7,485.116	189.366	14,174,266.825
<b>AGUA</b>	<b>2,185,812.483</b>	<b>395.193</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN</b>	<b>2,180,580.157</b>	<b>394.247</b>	<b>47.342</b>	<b>186,642.471</b>
<b>BOSQUE DE ENCINO</b>	<b>901,199.016</b>	<b>162.936</b>	<b>157.805</b>	<b>257,121.192</b>
MATORRAL CRASICAULE	45,767,902.207	8,274.797	126.244	10,446,436.243
PASTIZAL HALÓFILO	16,373,109.564	2,960.244	118.354	3,503,560.292
PASTIZAL INDUCIDO	29,267,551.988	5,291.548	118.354	6,262,746.401
PASTIZAL NATURAL	56,795,897.619	10,268.649	118.354	12,153,332.932
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>1,183,534.442</b>	<b>213.982</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO</b>	<b>4,488,174.198</b>	<b>811.458</b>	<b>157.805</b>	<b>1,280,521.483</b>
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	16,944,207.438	3,063.498	130.978	4,012,513.589
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	34,273,438.848	6,196.608	118.354	7,333,919.007
<b>TOTAL</b>	<b>261,450,613.364</b>	<b>47,270.044</b>	<b>1,661.687</b>	<b>62,928,313.908</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, en el SAR se tiene una evapotranspiración real de **62,928,313.908** m<sup>3</sup> /año y representa el 24.07 % de la precipitación total, con ello se puede decir que el SAR se encuentra inmersa moderadas tasas de evapotranspiración, la temperatura excede a la precipitación la mayor parte del año.

#### IV.2.1.1.6.4 Estimación del Balance hídrico en el área del proyecto

##### IV.2.1.1.6.4.1 Esguerrimiento superficial

Las curvas numéricas son similares al coeficiente de esguerrimiento y fueron obtenidas por el USDA–SCS, con base en la observación de hidrógrafas procedentes de varias tormentas en diferentes cuencas de Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la cuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad. El cálculo del esguerrimiento medio a partir de las curvas numéricas se encuentra en las hojas de cálculo del Anexo 1.

El valor de las curvas numéricas se encuentra determinado por los factores: a) suelo, b) condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno y c) uso de suelo. Los valores son los mismos que se presentan el apartado correspondiente al SAR.

En los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo del escurrimiento superficial en el área del proyecto, la información se encuentra dividida en tres escenarios, el primero corresponde al escurrimiento superficial en las condiciones actuales (escenario 1), el segundo corresponde a valores con el supuesto de haber realizado el desmonte (escenario 2) y, finalmente en el tercer escenario se presenta la comparativa de los valores con vegetación y una vez removida la vegetación.

IV.2.1.1.6.4.1.1 Escenario 1: Resultados del escurrimiento superficial en condiciones actuales.

La obtención de los coeficientes parciales de escurrimiento se obtuvo de dividir el gasto medio escurrido, entre la precipitación del mes más lluvioso.

Tabla IV-112. Coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación en condiciones actuales.

Determinación de los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación							
N°	TIPO DE VEGETACIÓN	GRUPO SUELOS	PP. MES MÁS LLUVIOSO (mm) (SEPTIEMBRE)	CURVA NUMÉRICA	RETENCIÓN MÁXIMA POTENCIAL	GASTO MEDIO ESCURRIDO (mm)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
1	MATORRAL CRASICAULE	B	139.6	60.00	169.33	40.64	0.29
2	PASTIZAL INDUCIDO	C	139.6	74.00	89.24	70.25	0.50
3	PASTIZAL INDUCIDO	B	139.6	61.00	162.39	42.58	0.30
4	PASTIZAL NATURAL	B	139.6	61.00	162.39	42.58	0.30

Una vez determinados los coeficientes parciales de escurrimiento por tipo de vegetación, se procedió a calcular el escurrimiento superficial en m<sup>3</sup> multiplicando la superficie, por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial.

Tabla IV-113. Escurrimiento superficial por tipo de vegetación en condiciones actuales.

Escurrimiento superficial en m3 por tipo de vegetación.					
No.	TIPO DE VEGETACION	ÁREA (m2)	pp MEDIA ANUAL (m)	COEFICIENTE "C"	ESCURRIMIENTO (m3/año)
1	MATORRAL CRASICAULE	24,810.000	0.553	0.291	3,995.130
2	PASTIZAL INDUCIDO	46,250.000	0.553	0.503	12,873.784
3	PASTIZAL INDUCIDO	1,036,450.000	0.553	0.305	174,837.993
4	PASTIZAL NATURAL	19,900.000	0.553	0.305	3,356.916
	<b>TOTAL</b>	<b>1,127,410.000</b>	<b>C ponderada</b>	<b>0.351</b>	<b>195,063.824</b>

Con los datos de la tabla anterior se obtuvo el coeficiente ponderado de escurrimiento y finalmente con este coeficiente se obtuvo el escurrimiento medio total por tipo de vegetación que se presenta en condiciones actuales en el área del proyecto.

Tabla IV-114. Esgurrimiento medio por tipo de vegetación en condiciones actuales.

Esgurrimiento medio en m <sup>3</sup> por tipo de vegetación					
N°	TIPO DE USO DE SUELO	ÁREA (Ha)	PRECIPITACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	COEFICIENTE PONDERADO DE ESGURRIMIENTO	ESGURRIMIENTO MEDIO (m <sup>3</sup> /año)
1.0	MATORRAL CRASICAULE	2.481	13,722.411	0.351	4,817.852
2.0	PASTIZAL INDUCIDO	4.625	25,580.875	0.351	8,981.283
3.0	PASTIZAL INDUCIDO	103.645	573,260.495	0.351	201,268.133
4.0	PASTIZAL NATURAL	1.990	11,006.690	0.351	3,864.379
	<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>623,570.471</b>	-	<b>218,931.647</b>

De acuerdo con estos resultados, el área del proyecto se presenta un esgurrimiento medio de 218,931.647 m<sup>3</sup> anuales, dicha cantidad representa 35.11% del total de la precipitación total del área de desmonte.

IV.2.1.1.6.4.1.2 *Escenario 2: Resultados del esgurrimiento superficial estimado bajo el supuesto de realizar el desmonte.*

De igual forma se obtuvieron los coeficientes parciales de esgurrimiento dividiendo el gasto medio esgurrido entre la precipitación del mes más lluvioso.

Tabla IV-115. Coeficientes parciales de esgurrimiento una vez hecho el desmonte.

Determinación de los coeficientes parciales de esgurrimiento por tipo de vegetación							
N°	TIPO DE VEGETACIÓN	GRUPO SUELOS	PP. MES MÁS LLUVIOSO (mm) (SEPTIEMBRE)	CURVA NUMÉRICA	RETENCIÓN MÁXIMA POTENCIAL	GASTO MEDIO ESGURRIDO (mm)	COEFICIENTE DE ESGURRIMIENTO
1	SIN VEGETACIÓN	B	139.60	82.00	55.76	89.57	0.64
2	SIN VEGETACIÓN	C	139.60	82.00	55.76	89.57	0.64
3	SIN VEGETACIÓN	B	139.60	82.00	55.76	89.57	0.64
4	SIN VEGETACIÓN	B	139.60	82.00	55.76	89.57	0.64

El cálculo del esgurrimiento superficial se obtuvo multiplicando la superficie por la precipitación media anual y por el coeficiente parcial de esgurrimiento.

Tabla IV-116. Esgurrimiento superficial una vez hecho el desmonte.

Esgurrimiento superficial en m3 por tipo de vegetacion.					
No.	TIPO DE VEGETACION	ÁREA (m2)	pp MEDIA ANUAL (m)	COEFICIENTE "C"	ESGURRIMIENTO (m3/año)
1	SIN VEGETACIÓN	24,810.000	0.553	0.642	8,804.483
2	SIN VEGETACIÓN	46,250.000	0.553	0.642	16,413.032

3	SIN VEGETACIÓN	1,036,450.000	0.553	0.642	367,811.615
4	SIN VEGETACIÓN	19,900.000	0.553	0.642	7,062.040
	<b>TOTAL</b>	<b>1,127,410.000</b>	<b>C ponderada</b>	<b>0.642</b>	<b>400,091.170</b>

Con los datos de la tabla anterior se obtuvo el coeficiente ponderado de escurrimiento y, finalmente con este coeficiente se determinó el escurrimiento medio total del área de desmonte.

Tabla IV-117. Escurrimiento medio superficial una vez hecho el desmonte.

N°	TIPO DE USO DE SUELO	Escurrimiento medio en m <sup>3</sup> por tipo de vegetación			ESCURRIMIENTO MEDIO (m <sup>3</sup> /año)
		ÁREA (Ha)	PRECIPITACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	COEFICIENTE PONDERADO DE ESCURRIMIENTO	
1.00	SIN VEGETACIÓN	2.481	13,722.411	0.642	8,804.483
2.00	SIN VEGETACIÓN	4.625	25,580.875	0.642	16,413.032
3.00	SIN VEGETACIÓN	103.645	573,260.495	0.642	367,811.615
4.00	SIN VEGETACIÓN	1.990	11,006.690	0.642	7,062.040
	<b>TOTAL</b>	<b>112.741</b>	<b>623,570.471</b>	-	<b>400,091.170</b>

De acuerdo a estos resultados, una vez que se ejecute el desmonte se tendrá un escurrimiento medio de 400,091.170 m<sup>3</sup> anuales, dicha cantidad representa el 64.16% del total de la precipitación que se da en el área del proyecto.

IV.2.1.1.6.4.1.3 *Escenario 3: En este apartado se hace la comparativa del escurrimiento superficial antes y después de ejecutar el proyecto.*

En condiciones actuales se tiene un coeficiente de escurrimiento de 0.351, lo que indica de acuerdo con los cálculos que el 35.11% del total de la precipitación anual, se convierte en escurrimiento superficial y, una vez realizado el proyecto se tendrá un coeficiente de escurrimiento de 0.642, o sea que del total de la precipitación anual el 64.16 % se convertirá en escurrimiento superficial, por lo que el desmonte implica un aumento en el escurrimiento superficial con respecto a las condiciones actuales (Tabla IV-118).

Tabla IV-118. Comparativa del escurrimiento superficial antes y después de realizar el desmonte.

COMPARATIVA DEL ESCENARIO 1 Y 2, DANDO COMO RESULTADO EL ESCENARIO 3				
TIPO DE VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	AGUA QUE SE ESCURRE EN EL ÁREA DEL PROYECTO (m <sup>3</sup> /año)		
		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
MATORRAL	13,722.411	4,817.852	8,804.483	3,986.631



CRASICAULE					
PASTIZAL INDUCIDO		598,841.370	210,249.416	384,224.648	173,975.231
PASTIZAL NATURAL		11,006.690	3,864.379	7,062.040	3,197.661
<b>Total</b>	<b>(m³)</b>	<b>623,570.471</b>	<b>218,931.647</b>	<b>400,091.170</b>	<b>181,159.523</b>
	<b>(%)</b>	<b>100.00</b>	<b>35.11%</b>	<b>64.16%</b>	<b>29.05%</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, la remoción de la cobertura vegetal implica un incremento en el escurrimiento del agua (181,159.523 m³/año), por consiguiente, eso podría afectar en la capacidad de infiltración del agua en el suelo.

#### IV.2.1.1.6.4.2 Infiltración

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada, en el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, tal y como se realizó para el SAR.

Los valores de K en función del tipo de uso de suelo y vegetación son los mismos que se presentan en la tabla IV-102.

De la misma forma que para el SAR, para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - Ki)CP$$

De esta forma, considerando los valores propuestos por la ONU y las variables de las condiciones actuales y una vez hecho el desmonte en el área del proyecto, en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la infiltración del agua.

La información se encuentra dividida en tres escenarios, en el escenario 1 se presenta la infiltración en las condiciones actuales, en el escenario 2 se presentan los valores de infiltración con el supuesto de haber realizado el desmonte y, finalmente en el escenario 3 se presenta la comparativa de los valores de infiltración en condiciones actuales y una vez removida dicha vegetación.

#### IV.2.1.1.6.4.2.1 Escenario 1: Valores de infiltración en condiciones actuales por tipo de vegetación.

En la siguiente tabla se presentan los valores que toman los factores kfc, Kp y Kv según las características del área del proyecto, y de acuerdo a los valores propuestos por la ONU.

Tabla IV-119. Valores de k para por tipo de vegetación en las condiciones actuales.

INFILTRACION CON VEGETACIÓN							
TIPO DE VEGETACIÓN	TEXTURA	kfc	PENDIENTE	Kp	Kv	C	Área (Ha)
MATORRAL CRASICAULE	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.20	0.45	2.481
PASTIZAL INDUCIDO	Media	0.15	>7	0.06	0.20	0.41	0.782
PASTIZAL INDUCIDO	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.20	0.40	4.625
PASTIZAL INDUCIDO	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.20	0.45	102.863
PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	>7	0.06	0.20	0.41	0.184
PASTIZAL NATURAL	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.20	0.45	1.806

Se calculó la infiltración considerando que la precipitación media anual es de 1,379.2 mm para cada tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

Tabla IV-120. Infiltración para cada tipo de vegetación en las condiciones actuales.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m2)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m3)	Expresado en m3/ha/año
MATORRAL CRASICAULE	219.028	24,810.000	5,434.075	2,190.276
PASTIZAL INDUCIDO	199.558	7,820.000	1,560.547	1,995.585
PASTIZAL INDUCIDO	194.691	46,250.000	9,004.468	1,946.912
PASTIZAL INDUCIDO	219.028	1,028,630.000	225,298.360	2,190.276
PASTIZAL NATURAL	199.558	1,840.000	367.188	1,995.585
PASTIZAL NATURAL	219.028	18,060.000	3,955.638	2,190.276
<b>TOTAL</b>	<b>1,250.891</b>	<b>1,127,410.000</b>	<b>245,620.276</b>	<b>12,508.910</b>

La cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de 245,620.276 m<sup>3</sup> por año, lo que representa el 39.39% del agua que llueve anualmente.

IV.2.1.1.6.4.2.2 *Escenario 2: Valores de infiltración bajo el supuesto de haber ejecutado el proyecto.*

Se obtuvo el coeficiente de infiltración sumando los valores de k. En este caso solo fueron los factores de textura del suelo y pendiente, mientras que el factor de cobertura tuvo valores de 0 (ya que no habrá presencia de vegetación una vez realizado el desmonte).

Tabla IV-121. Valores de K para cada tipo de vegetación una vez hecho el desmonte.

INFILTRACION CON VEGETACIÓN							
TIPO DE VEGETACIÓN	TEXTURA	kfc	PENDIENTE	Kp	Kv	C	Área (Ha)
SIN VEGETACIÓN	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.09	0.34	2.48
SIN VEGETACIÓN	Media	0.15	>7	0.06	0.09	0.30	0.78
SIN VEGETACIÓN	Fina	0.10	0 A 7	0.10	0.09	0.29	4.63
SIN VEGETACIÓN	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.09	0.34	102.86
SIN VEGETACIÓN	Media	0.15	>7	0.06	0.09	0.30	0.18
SIN VEGETACIÓN	Media	0.15	0 A 7	0.10	0.09	0.34	1.81

Aplicando la fórmula de infiltración se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla IV-122. Infiltración por tipo de vegetación una vez hecho el desmonte.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado en m <sup>3</sup> /ha/año
SIN VEGETACIÓN	165.488	24,810.000	4,105.745	1,654.875
SIN VEGETACIÓN	146.018	7,820.000	1,141.864	1,460.184
SIN VEGETACIÓN	141.151	46,250.000	6,528.239	1,411.511
SIN VEGETACIÓN	165.488	1,028,630.000	170,225.428	1,654.875
SIN VEGETACIÓN	146.018	1,840.000	268.674	1,460.184
SIN VEGETACIÓN	165.488	18,060.000	2,988.705	1,654.875
<b>TOTAL</b>	<b>929.650</b>	<b>1,127,410.000</b>	<b>185,258.655</b>	<b>9,296.505</b>

Como se puede observar, el volumen de agua que se infiltraría una vez que se realice la remoción de la vegetación será de 185,285.655 m<sup>3</sup> por año, que corresponde al 29.71% de la precipitación total anual del área del proyecto.

#### IV.2.1.1.6.4.2.3 Escenario 3: Comparativa de los valores de infiltración antes y después de ejecutar el proyecto.

De los 245,620.276 m<sup>3</sup>/año de agua que se infiltra en condiciones actuales, esta se reducirá a 185,258.655 m<sup>3</sup>/año una vez que se realice el desmonte, siendo la diferencia de 60,361.622 m<sup>3</sup>/año. Por lo que para el presente proyecto se proponen medidas que logren compensar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal.

Tabla IV-123. Comparación de la infiltración en las condiciones actuales y una vez hecho el desmonte.

TIPO DE VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	AGUA QUE SE INFILTRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO (m <sup>3</sup> /año)		
		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
MATORRAL CRASICAULE	13,722.411	5,434.075	4,105.745	1,328.329
PASTIZAL INDUCIDO	598,841.370	235,863.376	177,895.531	57,967.845
PASTIZAL NATURAL	11,006.690	4,322.826	3,257.378	1,065.448
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>623,570.471</b>	<b>245,620.276</b>	<b>185,258.655</b>	<b>60,361.622</b>
<b>(%)</b>	<b>100.000</b>	<b>39.39%</b>	<b>29.71%</b>	<b>9.68%</b>

#### IV.2.1.1.6.4.2.4 Análisis comparativo de la infiltración del área de proyecto con la unidad de análisis (SAR)

Es importante mencionar que el desarrollo de la metodología se tomó en cuenta una ecuación de balance hidrológico en la cual la principal entrada de agua es mediante la precipitación, siendo la infiltración el proceso hídrico por el cual el agua es captada en el suelo y del cual depende la cantidad de agua que se percola en los mantos acuíferos, por otro lado una parte de la precipitación se pierde por los procesos de evapotranspiración realizada por el tipo de vegetación existente, y otra parte de la lluvia se pierde por los procesos de escorrentía superficial.

Por lo anterior, se realizó una comparación del volumen de agua que se infiltra en el área del proyecto y con la cantidad de agua que se capta en el SAR.

En la tabla anterior, se puede apreciar que del 100% de la precipitación en el área del proyecto (con presencia de la cobertura vegetal actual) la cantidad de agua que se infiltra es de 245,620.276 m<sup>3</sup>, es decir, aproximadamente el 39.39% del agua precipitada se infiltra, sin embargo, una vez eliminada la cobertura vegetal la cantidad de agua infiltrada disminuye a 185,258.655 m<sup>3</sup>, que representa el 29.71% del agua que precipita. Por lo que es posible notar que la infiltración tendrá una reducción del 9.68%.

En la siguiente tabla se puede apreciar la cantidad de agua que se infiltra en el SAR.

Tabla IV-124. Infiltración del agua por tipo de vegetación presente en el SAR.

TIPO DE VEGETACIÓN	Agua que potencialmente se infiltraría (l/ha)	Superficie (m <sup>2</sup> )	superficie (ha)	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra (m <sup>3</sup> )	Expresado en m <sup>3</sup> /ha/año
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	126.549	20,420.000	2.042	2,584.136	1,265.493

AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	150.886	137,320.000	13.732	20,719.622	1,508.857
<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>0.000</b>	<b>118,760.000</b>	<b>11.876</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	146.018	5,017,080.000	501.708	732,585.994	1,460.184
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	170.355	2,413,100.000	241.310	411,083.168	1,703.548
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	146.018	9,811,000.000	981.100	1,432,586.522	1,460.184
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	126.549	1,181,010.000	118.101	149,455.965	1,265.493
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	150.886	6,207,190.000	620.719	936,576.084	1,508.857
<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>0.000</b>	<b>52,650.000</b>	<b>5.265</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	146.018	36,714,760.000	3,671.476	5,361,030.512	1,460.184
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	170.355	30,695,550.000	3,069.555	5,229,134.281	1,703.548
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>2,499,260.000</b>	<b>249.926</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>512,850.000</b>	<b>51.285</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>AGUA</b>	<b>0.000</b>	<b>939,820.000</b>	<b>93.982</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	121.682	2,180.000	0.218	265.267	1,216.820
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	146.018	5,810.000	0.581	848.367	1,460.184
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	141.151	1,153,380.000	115.338	162,800.879	1,411.511
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	165.488	2,781,100.000	278.110	460,237.342	1,654.875
BOSQUE DE ENCINO	199.558	1,556,980.000	155.698	310,708.562	1,995.585
BOSQUE DE ENCINO	219.028	72,380.000	7.238	15,853.218	2,190.276
MATORRAL CRASICAULE	175.222	3,857,420.000	385.742	675,905.156	1,752.221
MATORRAL CRASICAULE	199.558	15,822,910.000	1,582.291	3,157,595.869	1,995.585
MATORRAL CRASICAULE	194.691	53,598,340.000	5,359.834	10,435,125.133	1,946.912
MATORRAL CRASICAULE	219.028	9,469,300.000	946.930	2,074,038.053	2,190.276
PASTIZAL HALÓFILO	165.488	24,620.000	2.462	4,074.303	1,654.875
PASTIZAL HALÓFILO	189.824	400,880.000	40.088	76,096.613	1,898.239
PASTIZAL HALÓFILO	184.957	8,061,120.000	806.112	1,490,957.670	1,849.566
PASTIZAL HALÓFILO	209.293	21,115,820.000	2,111.582	4,419,394.160	2,092.930
PASTIZAL INDUCIDO	165.488	35,480.000	3.548	5,871.497	1,654.875
PASTIZAL INDUCIDO	189.824	146,030.000	14.603	27,719.987	1,898.239
PASTIZAL INDUCIDO	184.957	15,112,210.000	1,511.221	2,795,103.585	1,849.566
PASTIZAL INDUCIDO	209.293	37,621,760.000	3,762.176	7,873,972.521	2,092.930
<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>0.000</b>	<b>24,640.000</b>	<b>2.464</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
PASTIZAL NATURAL	165.488	6,699,240.000	669.924	1,108,640.613	1,654.875

PASTIZAL NATURAL	189.824	13,561,580.000	1,356.158	2,574,312.277	1,898.239
<b>PASTIZAL NATURAL</b>	<b>0.000</b>	<b>305,430.000</b>	<b>30.543</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
PASTIZAL NATURAL	184.957	67,636,910.000	6,763.691	12,509,895.614	1,849.566
PASTIZAL NATURAL	209.293	14,458,690.000	1,445.869	3,026,103.185	2,092.930
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>2,530.000</b>	<b>0.253</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>183,800.000</b>	<b>18.380</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>898,130.000</b>	<b>89.813</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
<b>URBANO CONSTRUIDO</b>	<b>0.000</b>	<b>1,055,360.000</b>	<b>105.536</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	199.558	7,490,280.000	749.028	1,494,748.892	1,995.585
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	219.028	624,300.000	62.430	136,738.931	2,190.276
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	175.222	498,680.000	49.868	87,379.747	1,752.221
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	199.558	564,200.000	56.420	112,590.894	1,995.585
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	194.691	8,724,530.000	872.453	1,698,589.215	1,946.912
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	219.028	20,847,570.000	2,084.757	4,566,193.223	2,190.276
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	165.488	1,581,920.000	158.192	261,788.018	1,654.875
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	189.824	54,850.000	5.485	10,411.842	1,898.239
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	184.957	51,888,580.000	5,188.858	9,597,137.411	1,849.566
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE	209.293	8,440,730.000	844.073	1,766,586.042	2,092.930



PASTIZAL NATURAL					
<b>TOTAL</b>	<b>7,320.389</b>	<b>472,700,440.000</b>	<b>47,270.044</b>	<b>87,213,440.366</b>	<b>73,203.891</b>

El agua infiltrada en el área del SAR es de **87,213,440.366**, es importante añadir que no toda esta cantidad de agua se vuelve disponible para la recarga de los mantos freáticos ya que un porcentaje queda retenido en el suelo y otra se pierde por el proceso de evapotranspiración.

Al realizar el comparativo de los escenarios actual y después de la remoción de la vegetación podemos notar que la infiltración tendrá una reducción a **60,361.622** m<sup>3</sup> por año, lo que representa en términos generales, el 0.07% de la infiltración del SAR. Sin embargo, se implementarán obras de conservación de agua con la finalidad de mitigar la reducción de la infiltración por efecto del desmonte.

#### IV.2.1.1.6.4.3 Evapotranspiración Potencial (ETP)

Primero se calculó la evapotranspiración potencial (ETP), utilizando el método de Thornthwaite (1948), el cual calcula el uso consuntivo mensual de agua, como una función de las temperaturas medias mensuales tal y como se realizó para el SAR.

Para los valores de Ka (factor de corrección), de acuerdo con la latitud y el mes del año, se tomaron los mismos valores que el SAR, los cuales se encuentran en la Tabla IV-105.

Del mismo modo que para el SAR, las constantes *i* (índice de eficiencia de temperatura), y *a* se calcularon con la siguiente fórmula:

$$I = \sum_{j=1}^n ij$$

Para calcular el índice de calor mensual se utilizó la temperatura media por mes (Tabla), luego sumando los valores se obtuvo el índice de calor anual, el cual es utilizado en la fórmula de ETP.

Tabla IV-125. Índice de calor mensual para cada uno de los meses.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)
<b>Ene</b>	10.60	3.12
<b>Feb</b>	11.95	3.74
<b>Mzo</b>	14.60	5.07
<b>Abr</b>	17.55	6.69
<b>May</b>	20.25	8.31
<b>Jun</b>	21.55	9.13
<b>Jul</b>	20.20	8.28
<b>Ago</b>	19.65	7.94
<b>Sept</b>	18.75	7.40
<b>Oct</b>	16.40	6.04
<b>Nov</b>	13.55	4.52

Dic	11.25	3.41
<b>Total</b>	<b>16.36</b>	<b>73.66</b>

El factor de corrección de la duración del día de acuerdo a la latitud, se obtuvo de la tabla. El valor de la constante “a” se obtuvo sustituyendo el valor del índice de calor anual en la fórmula presentada anteriormente. Una vez calculados los componentes de la fórmula de ETP, se sustituyen los valores en la fórmula para generar la ETP mensual, la sumatoria de dichos valores es la ETP anual.

Tabla IV-126. Evapotranspiración potencial mensual y anual.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Tj)	Índice de calor mensual (i)	(Factor de correccion) Horas luz de acuerdo a la latitud (Ka)	ETP mensual
Ene	10.60	3.119	0.950	27.872
Feb	11.95	3.740	0.900	32.241
Mzo	14.60	5.065	1.030	51.512
Abr	17.55	6.693	1.050	71.350
May	20.25	8.312	1.130	97.455
Jun	21.55	9.133	1.110	106.185
Jul	20.20	8.281	1.140	97.914
Ago	19.65	7.942	1.110	91.052
Sept	18.75	7.397	1.020	77.384
Oct	16.40	6.040	1.000	60.698
Nov	13.55	4.524	0.930	41.073
Dic	11.25	3.414	0.910	29.481
<b>Tota</b>	<b>16.36</b>	<b>73.659</b>	-	<b>784.216</b>

La tabla anterior indica que la ETP anual estimada de **784.216 mm** es un volumen mayor a la precipitación anual, esto porque el cálculo de la ETP supone condiciones óptimas de humedad del suelo y cobertura vegetal, pero lo que realmente se busca calcular es la evapotranspiración real (ETR), es decir, la que ocurre en condiciones actuales o reales de clima, cobertura vegetal, propiedades físicas del suelo y manejo.

#### IV.2.1.1.6.4.4 Evapotranspiración Real (ETR)

Para estimar la ETR se utilizó el método de Blanney-Criddle, que considera el tipo de cobertura presente en la zona, dado que cada tipo de especie manifiesta diferentes procesos fisiológicos dando como resultado una variación en los valores de evapotranspiración.

De igual manera que en el SAR, para estimar la evapotranspiración durante un ciclo vegetativo se empleó la fórmula:

$$Et = KgF$$

Los coeficientes fueron obtenidos de la investigación, Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos de la FAO.

$$F = \sum_{j=1}^n f_i$$

De esta forma en los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo de la ETR, la información se encuentra dividida en los siguientes escenarios.

IV.2.1.1.6.4.4.1 *Escenario 1: Resultados de la ETR en condiciones actuales.*

Tabla IV-127. Coeficientes globales de desarrollo para cada tipo de uso de suelo y vegetación en condiciones actuales.

Coeficientes globales de desarrollo del cultivo	
Uso de suelo y vegetación	Coefficiente Considerado Kg (0.5-1.2)
MATORRAL CRASICAULE	0.80
PASTIZAL INDUCIDO	0.75
PASTIZAL NATURAL	0.75
SIN VEGETACIÓN	0.30

Una vez establecido los coeficientes globales para los diferentes cultivos y vegetación presente en el área del proyecto, se calculó el valor de la ETR para cada uno de ellos. Los valores del porcentaje de horas luz de los meses con respecto a la latitud se tomaron de la tabla siguiente.

Tabla IV-128. Porcentaje de horas luz de los meses con respecto al año, de acuerdo a la latitud.

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	8.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
21°	7.7	6.98	8.41	8.56	9.2	9.08	9.3	8.98	8.29	8.13	7.52	7.6
22°	7.66	6.95	8.41	8.58	9.24	9.12	9.34	9.01	8.29	8.11	7.48	7.56
23°	7.62	6.93	8.4	8.6	9.28	9.17	9.38	9.03	8.29	8.09	7.45	7.51
24°	7.57	6.91	8.4	8.61	9.32	9.22	9.42	9.06	8.3	8.07	7.41	7.46
25°	7.53	6.88	8.39	8.63	9.36	9.27	9.47	9.09	8.3	8.05	7.37	7.41
26°	7.49	6.86	8.39	8.65	9.4	9.31	9.51	9.12	8.3	8.03	7.33	7.36
27°	7.44	6.84	8.38	8.67	9.44	9.36	9.56	9.14	8.31	8.01	7.29	7.31
28°	7.39	6.81	8.38	8.69	9.48	9.41	9.61	9.17	8.31	7.99	7.25	7.26
29°	7.35	6.79	8.37	8.71	9.52	9.47	9.66	9.2	8.32	7.97	7.21	7.2
30°	7.3	6.76	8.37	8.73	9.57	9.52	9.71	9.23	8.32	7.94	7.16	7.15

Fuente: Aparicio, 2005.

Los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas de sol (Pi), se sustituyen en la fórmula para calcular Fi y, obtener el factor F mensual, que se multiplica por el coeficiente global del cultivo dando como resultado los valores de ETR mensuales, para el caso de vegetación de selva mediana se consideró todo el año como ciclo de desarrollo.

Tabla IV-129. Cálculo de la evapotranspiración real por tipo de vegetación.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Ti)	Pi	fi	MATORRAL CRASICAULE	PASTIZAL INDUCIDO	PASTIZAL NATURAL
Ene	10.600	7.570	9.862	7.889	7.396	7.396
Feb	11.950	6.910	9.430	7.544	7.072	7.072
Mz o	14.600	8.400	12.484	9.988	9.363	9.363
Abr	17.550	8.610	13.962	11.169	10.471	10.471
Ma y	20.250	9.320	16.267	13.014	12.200	12.200
Jun	21.550	9.220	16.643	13.314	12.482	12.482
Jul	20.200	9.420	16.420	13.136	12.315	12.315
Ago	19.650	9.060	15.564	12.451	11.673	11.673
Sep t	18.750	8.300	13.916	11.133	10.437	10.437
Oct	16.400	8.070	12.660	10.128	9.495	9.495
Nov	13.550	7.410	10.656	8.525	7.992	7.992
Dic	11.250	7.460	9.941	7.953	7.456	7.456
<b>ETR</b>				<b>126.244</b>	<b>118.354</b>	<b>118.354</b>

La evapotranspiración real promedio en condiciones actuales en el área del proyecto es de 120.984 mm/año.

Con el valor obtenido de evapotranspiración para cada tipo de vegetación del área sujeta a desmonte se calculó el volumen de evapotranspiración.

Tabla IV-130. Evapotranspiración real por tipo de vegetación presentes en el área del proyecto.

ESCENARIO 1: CALCULO DE LA ETR SIN EJECUTAR EL DESMONTE				
Tipo de vegetación	Precipitacion (m3)	Área (ha)	ETR (mm)	ETR (m3)
MATORRAL CRASICAULE	13,722.411	2.481	126.244	3,132.114
PASTIZAL INDUCIDO	598,841.370	108.270	118.354	128,141.624
PASTIZAL NATURAL	11,006.690	1.990	118.354	2,355.240
<b>TOTAL</b>	<b>623,570.471</b>	<b>112.741</b>	<b>362.952</b>	<b>133,628.978</b>

Con lo anterior se tiene que el volumen de evapotranspiración real en las condiciones actuales en el área del proyecto equivale a 133,628.978 m<sup>3</sup> anuales lo cual representa el 21.43% del volumen de precipitación total anual.

IV.2.1.1.6.4.4.2 *Escenario 2: Resultados de la ETR estimado bajo el supuesto de haber ejecutado el proyecto.*

Considerando la remoción de los tres tipos de vegetación existente en las condiciones actuales se usará un coeficiente de desarrollo de 0.3.

Para calcular la ETR mensual se utilizaron los valores de la temperatura media mensual y el porcentaje de horas de sol mensual, se sustituyen en la fórmula para calcular  $F_i$ , y obtener el factor F mensual, la cual se multiplicó por el coeficiente global.

Tabla IV-131. Cálculo de la evapotranspiración real una vez hecho el desmonte.

Mes	Temperatura Media Mensual (C) (Ti)	Pi	fi	SIN VEGETACIÓN
Ene	10.600	7.570	9.862	2.959
Feb	11.950	6.910	9.430	2.829
Mzo	14.600	8.400	12.484	3.745
Abr	17.550	8.610	13.962	4.188
May	20.250	9.320	16.267	4.880
Jun	21.550	9.220	16.643	4.993
Jul	20.200	9.420	16.420	4.926
Ago	19.650	9.060	15.564	4.669
Sept	18.750	8.300	13.916	4.175
Oct	16.400	8.070	12.660	3.798
Nov	13.550	7.410	10.656	3.197
Dic	11.250	7.460	9.941	2.982
<b>ETR</b>				<b>47.342</b>

La evapotranspiración real promedio una vez realizado el desmonte es de 47.342.

Con el valor obtenido de evapotranspiración en mm para el suelo sin cobertura en el área de desmonte, se calculó el volumen de evapotranspiración.

Tabla IV-132. Evapotranspiración real una vez hecho el desmonte.

ESCENARIO 2: CALCULO DE LA ETR EJECUTANDO EL DESMONTE				
Tipo de vegetación	Precipitación (m3)	Área (ha)	ETR (mm)	ETR (m3)
SIN VEGETACIÓN	13,722.411	2.481	47.342	1,174.543
SIN VEGETACIÓN	598,841.370	108.270	47.342	51,256.649
SIN VEGETACIÓN	11,006.690	1.990	47.342	942.096
<b>TOTAL</b>	<b>623,570.471</b>	<b>112.741</b>	<b>142.025</b>	<b>53,373.288</b>

Como se pudo observar en la tabla anterior, el valor de la ETR en la superficie sujeta a desmonte una vez removida la vegetación equivale a 53,373.288 m<sup>3</sup> anuales y representa el 8.56 % del volumen de precipitación total.

IV.2.1.1.6.4.4.3 *Escenario 3: Comparativa del cálculo de la evapotranspiración real antes y después de ejecutar el proyecto.*

El valor de ETR promedio actual para el área del proyecto corresponde a 120.984 mm/anales y una vez realizado el desmonte se tendrá una evapotranspiración de 47.342 mm/año, esto debido a que ya no existirá vegetación que realicen el proceso de transpiración.

De acuerdo a los resultados ya presentados, en el área donde se establecerá el proyecto en las condiciones actuales el volumen de evapotranspiración real es de **133,628.978 m<sup>3</sup>/año** que representa el 21.43 % del volumen de precipitación, mientras que una vez hecho el desmonte la evapotranspiración se verá reducida a **53.373.288 m<sup>3</sup>/año** representando el 8.56% del volumen de precipitación.

Tabla IV-132. Resumen de la evapotranspiración antes y después de ejecutar el desmonte.

COMPARATIVA DEL ESCENARIO 1 Y 2, DANDO COMO RESULTADO EL ESCENARIO 3				
TIPO DE VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN (m <sup>3</sup> /año)	AGUA QUE SE EVAPOTRANSPIRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO (m <sup>3</sup> /año)		
		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
MATORRAL CRASICAULE	13,722.411	3,132.114	1,174.543	1,957.571
PASTIZAL INDUCIDO	598,841.370	128,141.624	51,256.649	76,884.974
PASTIZAL NATURAL	11,006.690	2,355.240	942.096	1,413.144
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>623,570.471</b>	<b>133,628.978</b>	<b>53,373.288</b>	<b>80,255.690</b>
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>21.43%</b>	<b>8.56%</b>	<b>12.87%</b>

IV.2.1.1.6.5 Resumen de Balance hídrico el en SAR y el área del proyecto

Derivado de la metodología anterior se presenta el resumen de los cálculos del balance hídrico a nivel SAR y AP en sus diferentes escenarios con y sin proyecto.

Tabla IV-134. Volumen de agua evapotranspirada en el SAR.

Componente de balance hídrico	m <sup>3</sup>
Precipitación	261,450,613.36
Evapotranspiración	62,928,313.91
Escurrimiento	126,772,141.07
Infiltración	87,213,440.34





Figura IV-34. Balance hídrico a nivel SAR.

Tabla IV-135. Resultados del Balance hídrico en el área del proyecto.

Datos del Área del Proyecto (AP)		
Precipitación m3/año	Área (ha)	Área (m2)
623,570.47	112.74	1,127,410.00
<b>Escenario 1</b>		
Componente de Balance Hídrico	m3/año	%
Precipitación	623,570.47	100
Evapotranspiración	133,628.98	21.43
Escurrimiento	218,931.65	35.11
Infiltración	245,620.28	39.39
<b>Escenario 2</b>		
Componente de Balance Hídrico	m3/año	%
Precipitación	623,570.47	100
Evapotranspiración	53,373.29	8.56
Escurrimiento	400,091.17	64.16
Infiltración	185,258.66	29.71
<b>Escenario 3</b>		
Componente de Balance Hídrico	m3/año	%
Precipitación	623,570.47	100
Evapotranspiración	80,255.69	12.87
Escurrimiento	181,159.52	29.05
Infiltración	60,361.62	9.68

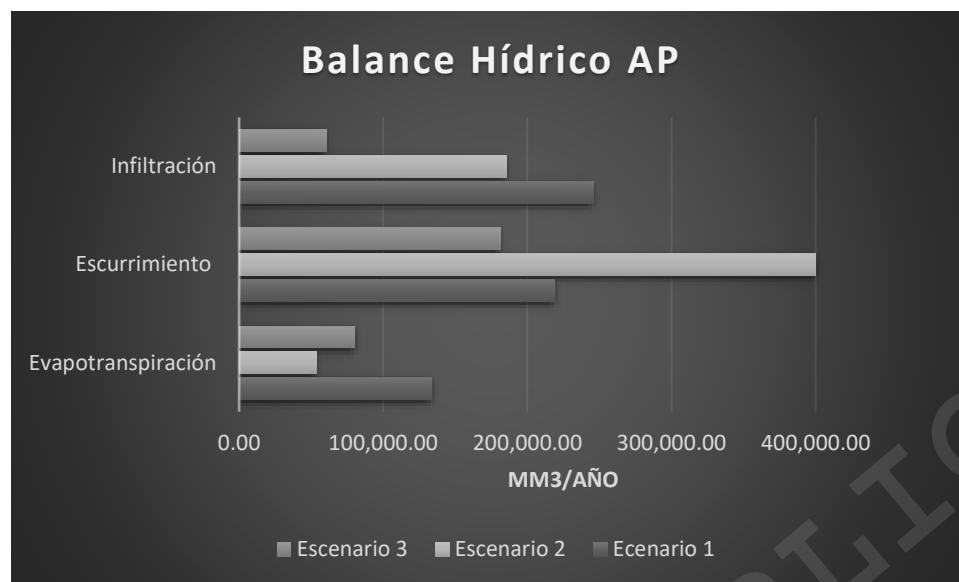


Figura IV-35. Balance hídrico en el área del proyecto en los diferentes escenarios.

#### IV.2.1.2 Aspectos bióticos

##### IV.2.1.2.1 Vegetación Terrestre del SAR

De acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Tipo Vegetación escala 1:250,000 INEGI serie VI (2017) los datos de vegetación como clave, tipo de vegetación, descripción, superficie y porcentaje para el SAR se describen en la Tabla siguiente.

Tabla IV-136. Tipos de Uso de suelo y vegetación en el SAR de acuerdo con INEGI.

TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	RA	770.668	1.63%
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	RP	981.1	2.08%
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	TA	7485.116	15.83%
AGUA	H2O	395.193	0.84%
ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	ADV	394.247	0.83%
BOSQUE DE ENCINO	BQ	162.936	0.34%
MATORRAL CRASICAULE	MC	8274.797	17.51%
PASTIZAL HALÓFILO	PH	2960.244	6.26%
PASTIZAL INDUCIDO	PI	5291.548	11.19%
PASTIZAL NATURAL	PN	10268.649	21.72%
URBANO CONSTRUIDO	AH	213.982	0.45%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	VSa/BQ	811.458	1.72%
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	VSa/MC	3063.498	6.48%

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	VSa/PN	6196.608	13.11%
<b>TOTAL</b>		<b>47270.044</b>	<b>100%</b>

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación del SAR de acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VI.

De acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Tipo Vegetación escala 1:250,000 INEGI serie VI (2017) los

**Área desprovista de vegetación (ADV):** superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas.

**Urbano Construido (AH):** Conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

**Bosque de Encino (BQ):** Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neo-volcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van 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 3,000 m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste.

Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla*, en zona tropicales *Quercus oleoides*, *Quercus sideroxyla*, *Quercus arizonica*, *Quercus coccolobifolia*, *Quercus rugosa* y *Quercus crassifolia*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

**Agua (H<sub>2</sub>O):** extensión con cubierta de agua.

**Matorral Crasicaule (MC):** Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 mm y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12°C.

Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una 48 diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 m a 4 m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

**Pastizal Halófilo (PH):** Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salinos-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte norte del país.

Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Por lo general la precipitación media anual oscila de los 200 mm a los 600 mm en promedio. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas.

Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80 cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente.

En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y solo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que

pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

**Pastizal Inducido (PI):** Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

**Pastizal Natural (PN):** Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques.

El Pastizal Natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1,100 y 2,500 m. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20°C. La precipitación media anual es del orden de 300 a los 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año. Este tipo de clima corresponde, sobre todo, a la categoría BS de la clasificación de Koeppen, aunque las más secas pertenecen, al parecer, a la categoría BW.

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

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más

húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%.

La estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

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

**Agricultura de Riego Anual (RA):** Estos sistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por su duración se clasifica como anuales ya que su ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

**Agricultura de Riego Permanente (RP):** Estos sistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por su duración se clasifica como permanente ya que la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

**Agricultura de Temporal Anual (TA):** 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 la capacidad del suelo para retener el agua, en otras palabras, se puede decir que son cultivos donde el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por la lluvia. Por la duración del ciclo vegetativo de los cultivos que se siembra que duran solamente un año se clasifican como anuales, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

**Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ):** Fase sucesional secundaria de los bosques formados por especies del género *Quercus* (encinos), con predominancia de arbustos. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.



**Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC):** Vegetación crasicaule arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

**Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural (VSa/PN):** Son comunidades vegetales con arbustos y un 20 % de pastizal natural. En la Figura IV-29 se presenta en forma de mapa los tipos de vegetación existentes dentro del SAR de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VI.

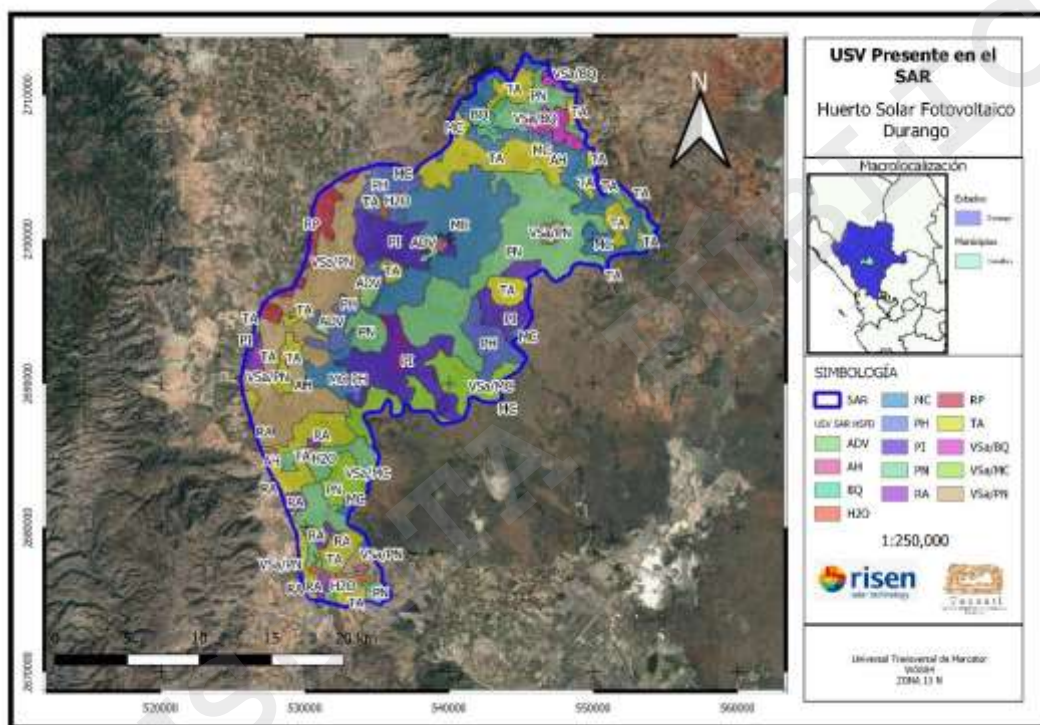


Figura IV-36. Usos de suelo y Vegetación en el SAR.

#### IV.2.1.2.1.1 Diversidad florística encontrada en el SAR y proyecto (estatus respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010)

La información determinada para la diversidad florística dentro del SAR se obtuvo con base en los sitios levantados dentro del Sistema. En la Tabla IV-137 se enlista la riqueza de especies por estrato, y estatus de conservación de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su distribución.

Tabla IV-137. Flora determinada dentro del SAR considerando el estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Arbóreo	Fabaceae	Huizache	<i>Vachellia farnesiana</i>	Sin Categoría	No Endémica
Arbóreo	Fabaceae	Huizache Prieto	<i>Vachellia schaffneri</i>	Sin Categoría	No Endémica
Crasas	Cactaceae	Biznaga chilitos	<i>Mammillaria heyderi</i>	Sin Categoría	No Endémica
Crasas	Cactaceae	Nopal Duraznillo	<i>Opuntia leucotricha</i>	Sin Categoría	Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Aceitilla	<i>Bidens pilosa</i> L.	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Sin Categoría	Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Cenicilla	<i>Florestina pedata</i> (Cav.) Cass	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Girasol Silvestre	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Gordolobo	<i>Gnaphalium viscosum</i> Kunth	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Asteraceae	Jarilla	<i>Porophyllum scoparium</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Chenopodiaceae	Epazote o hierba de zorrillo	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Cistaceae	Hierba de la gallina	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Euphorbiaceae	Hierbas de la Golondrina	<i>Euphorbia albomarginata</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Lamiaceae	Chía cimarrona	<i>Salvia tiliifolia</i> Cahl	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Malvaceae	Hierba del negro	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Papaveraceae	Chicalote Amarillo	<i>Argemone mexicana</i> L.	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate Agrarista	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate bromo	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate grama	<i>Hilaria cenchroides</i>	Sin Categoría	Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate liendrilla chica	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Poaceae	Zacate navajita corta	<i>Bouteloua repens</i>	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Rubiaceae	Botón blanco	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Meyer	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Solanaceae	Mala mujer	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Sin Categoría	No Endémica
Herbáceo	Solanaceae	Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Sin Categoría	No Endémica

Como puede observar en la tabla anterior, ninguna de las especies registradas durante el inventario de flora del SAR se encuentra dentro del alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a endemismos se registraron tres especies de flora endémica para México, las cuales son el

nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*), el Árnica (*Heterotheca inuloides*) y el Zacate grama (*Hilaria cenchroides*).

**IV.2.1.2.1.2** Estimación del Índice de Riqueza, Diversidad y Valor de Importancia Ecológica (VIE) para las Especies de Flora dentro del SAR

Los resultados de los indicadores de Shannon – Wiener, Simpson, Menhinick y Margalef para el SAR en relación a la flora se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla IV-138. Estimación de los diferentes indicadores de flora silvestre para cada estrato dentro del SAR.

Estrato Arbóreo							
Nombre científico	Abundancia Absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Shannon-Wiener		Simpson $P_i^2$	Menhinick	Margalef
			$\ln(pi)$	$pi(\ln(pi))$			
<i>Vachellia schaffneri</i>	186	0.742	-0.299	-0.222	0.550042	0.147	0.191
<i>Vachellia farnesiana</i>	65	0.258	-1.353	-0.350	0.066746	0.249	0.240
	<b>251</b>	<b>1.000</b>	<b>H' Calculada</b>	<b>0.571</b>	0.617	<b>0.126</b>	<b>0.181</b>
			<b>Riqueza</b>	<b>2.000</b>	<b>Simpson</b>		
			<b>H' Calculada</b>	<b>0.571</b>			
			<b>H' Máxima= <math>\ln S=</math></b>	<b>0.693</b>			
			<b>Equidad J = <math>H'/H'_{max}=</math></b>	<b>0.824</b>			
		<b>Dominancia</b>	<b>186</b>	<b>0.742</b>	<b>0.383</b>		
Estrato Crasas							
Nombre científico	Abundancia Absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Shannon-Wiener		Simpson $P_i^2$	Menhinick	Margalef
			$\ln(pi)$	$pi(\ln(pi))$			
<i>Opuntia leucotricha</i>	9	0.667	-0.405	-0.270	0.444444	0.663	0.453
<i>Mammillaria heyderi</i>	5	0.333	-1.099	-0.366	0.111111	0.938	0.660
	<b>14</b>	<b>1.000</b>	<b>H' Calculada</b>	<b>0.637</b>	0.556	<b>0.542</b>	<b>0.383</b>
			<b>Riqueza</b>	<b>2.000</b>	<b>Simpson</b>		
			<b>H' Calculada</b>	<b>0.637</b>			
			<b>H' Máxima= <math>\ln S=</math></b>	<b>0.693</b>			
			<b>Equidad J = <math>H'/H'_{max}=</math></b>	<b>0.918</b>			
		<b>Dominancia</b>	<b>9</b>	<b>0.667</b>	<b>0.444</b>		
Estrato Herbáceo							
Nombre científico	Abundancia Absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa $P_i=ni/N$	Shannon-Wiener		Simpson $P_i^2$	Menhinick	Margalef
			$\ln(pi)$	$pi(\ln(pi))$			
<i>Porophyllum</i>	95,185	0.150	-1.896	-0.285	0.022561	0.071	1.832

<i>scoparium</i>							
<i>Florestina pedata (Cav.) Cass.</i>	105,185	0.166	-1.796	-0.298	0.027551	0.068	1.816
<i>Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.</i>	129,630	0.205	-1.587	-0.325	0.041844	0.061	1.784
<i>Cynodon dactylon (L.) Pers.</i>	30,741	0.049	-3.026	-0.147	0.002353	0.125	2.032
<i>Euphorbia albomarginata</i>	55,185	0.087	-2.441	-0.213	0.007584	0.094	1.923
<i>Bouteloua repens</i>	29,259	0.046	-3.075	-0.142	0.002132	0.129	2.042
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	38,519	0.061	-2.800	-0.170	0.003695	0.112	1.989
<i>Hilaria cenchroides</i>	16,667	0.026	-3.638	-0.096	0.000692	0.170	2.160
<i>Heterotheca inuloides Cass.</i>	8,148	0.013	-4.354	-0.056	0.000165	0.244	2.332
<i>Bromus carinatus</i>	33,333	0.053	-2.945	-0.155	0.002767	0.120	2.016
<i>Hook. &amp; Arn. Gnaphalium viscosum Kunth</i>	5,185	0.008	-4.806	-0.039	0.000067	0.306	2.455
<i>Solanum elaeagnifolium Cav.</i>	8,148	0.013	-4.354	-0.056	0.000165	0.244	2.332
<i>Borreria verticillata (L.) G. Meyer</i>	11,111	0.018	-4.044	-0.071	0.000307	0.209	2.254
<i>Bidens pilosa L.</i>	25,926	0.041	-3.196	-0.131	0.001674	0.137	2.066
<i>Salvia tiliifolia Vahl</i>	8,889	0.014	-4.267	-0.060	0.000197	0.233	2.310
<i>Helianthemum glomeratum</i>	3,704	0.006	-5.142	-0.030	0.000034	0.361	2.556
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	2,963	0.005	-5.365	-0.025	0.000022	0.404	2.627
<i>Bouteloua gracilis</i>	14,815	0.023	-3.756	-0.088	0.000547	0.181	2.187
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2,963	0.005	-5.365	-0.025	0.000022	0.404	2.627
<i>Argemone mexicana L.</i>	4,074	0.006	-5.047	-0.032	0.000041	0.345	2.526
<i>Solanum rostratum Dunal</i>	3,704	0.006	-5.142	-0.030	0.000034	0.361	2.556
<i>Chenopodium graveolens Willd.</i>	370	0.001	-7.445	-0.004	0.000000	1.143	3.551
	<b>633,704</b>	<b>1.000</b>	<b>H' Calculada</b>	<b>2.477</b>	<b>0.114</b>	<b>0.028</b>	<b>1.572</b>
			<b>Riqueza</b>	<b>22.000</b>	<b>Simpson</b>		

	H' Calculada	2.477	
	H' Máxima= In S=	3.091	
	Equidad J = H' / H' max=	0.801	
Dominancia	129630	0.205	0.886

De acuerdo con el índice de Shannon–Wiener, en el SAR evaluado, los estratos: arbóreo y crasas cuentan con una baja diversidad de especies ( $H'$  arbóreo = 0.571;  $H'$  crasas = 0.637), mientras que el estrato herbáceo presenta una diversidad media ( $H'$  herbáceas = 2.477).

De acuerdo con los valores obtenidos en el índice de equidad de Pielou en los tres estratos nos damos cuenta de que existen especies que presentan mayor abundancia como lo es la especie *Vachellia schaffneri* en el estrato arbóreo, la especie *Opuntia leucotricha* en las crasas y las especies *Porophyllum scoparium*, *Florestina pedata* (Cav.) Cass. y *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass. en el estrato herbáceo.

Respecto a los índices basados en la dominancia como lo es el índice de Simpson e índice de Berger-Parker, podemos concluir que en relación al primero existe una probabilidad en el estrato arbóreo del 38.3% de encontrar dos individuos tomados al azar de especie diferentes en nuestra muestra debido a la diversidad que presenta, en las crasas la posibilidad de seleccionar al azar dos individuos que pertenezcan a especies diferentes es del 44.4% y en el estrato herbáceo la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos de especies diferentes de la muestra es del 88.6%. Mientras que el índice de Berger-Parker nos indica que en el estrato arbóreo de las dos especies que se registraron en los sitios levantados en el área del SAR la especie *Vachellia schaffneri* es la más dominante ya que se encontró con más frecuencia y abundancia, en las crasas la especie de *Opuntia leucotricha* es la más dominante y en el estrato herbáceo la especies de *Porophyllum scoparium*, *Florestina pedata* (Cav.) Cass. y *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass. se registraron con mayor frecuencia y abundancia.

En cuanto a los índices de riqueza de Menhinick y Margalef para el estrato arbóreo se obtuvo un valor de 0.126 y 0.181, para las crasas estos índices fueron de 0.542 y 0.383 y para el estrato herbáceo fueron de 0.028 y 1.572 respectivamente, lo que indica que existe una riqueza de especie bajas en los tres estratos.

La estimación de los parámetros ecológicos frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa, así como el índice de valor de importancia de las especies arbóreas, crasas y herbáceas encontradas en el área del proyecto se presenta en la Tabla IV-139 y se representación gráfica se puede observar en las Figuras IV-37, IV-38 y IV-39.

Tabla IV-139. Estimación del índice de valor de importancia ecológico para las distintas especies de flora silvestre del SAR.

Estrato Arbóreo									
ID	Nombre común	Nombre científico	Sitios	individuos	Cobertura (m2)	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Huizache prieto	<i>Vachellia schaffneri</i>	18	186	1,259.5760	75.000	74.165	95.202	244.367
2	Huizache	<i>Vachellia farnesiana</i>	6	65	63.4834	25.000	25.835	4.798	55.633
2			24	251	1,323.0594	100.000	100.000	100.000	300.000
Estrato Crasas									
ID	Nombre común	Nombre científico	No. De sitios	No. de individuos	Cobertura (m2)	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Nopal duraznillo	<i>Opuntia leucotricha</i>	5	9	8.1487	83.333	66.667	99.564	249.564
2	Biznaga chilitos	<i>Mammillaria heyderi</i>	1	5	0.0357	16.667	33.333	0.436	50.436
2			6	14	8.1844	100.000	100.000	100.000	300.000
Estrato Herbáceo									
ID	Nombre común	Nombre científico	No. De sitios	No. de individuos	Cobertura (m2)	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Jarilla	<i>Porophyllum scoparium</i>	8	95,185	15,333.0375	8.791	15.020	34.490	58.302
2	Cenicilla	<i>Florestina pedata (Cav.) Cass.</i>	9	105,185	8,770.0759	9.890	16.598	19.727	46.216
3	Girasol silvestre	<i>Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.</i>	12	129,630	4,652.5824	13.187	20.456	10.466	44.108
4	Zacate agrarista	<i>Cynodon dactylon (L.) Pers.</i>	8	30,741	3,308.8534	8.791	4.851	7.443	21.085
5	Hierbas de la golondrina	<i>Euphorbia albomarginata</i>	5	55,185	1,442.6601	5.495	8.708	3.245	17.448
6	Zacate navajita corta	<i>Bouteloua repens</i>	3	29,259	2,901.6099	3.297	4.617	6.527	14.441
7	Zacate liendrilla chica	<i>Muhlenbergia microsperma</i>	2	38,519	1,922.7711	2.198	6.078	4.325	12.601
8	Zacate grama	<i>Hilaria cenchroides</i>	3	16,667	1,876.2289	3.297	2.630	4.220	10.147
9	Árnica	<i>Heterotheca inuloides Cass.</i>	5	8,148	1,196.8304	5.495	1.286	2.692	9.472
10	Zacate bromo	<i>Bromus carinatus Hook. &amp; Arn.</i>	3	33,333	200.4220	3.297	5.260	0.451	9.008
11	Gordolobo	<i>Gnaphalium viscosum Kunth</i>	6	5,185	80.6051	6.593	0.818	0.181	7.593
12	Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium Cav.</i>	5	8,148	29.9033	5.495	1.286	0.067	6.848
13	Botón blanco	<i>Borreria verticillata (L.) G. Meyer</i>	1	11,111	1,767.1459	1.099	1.753	3.975	6.827
14	Aceitilla	<i>Bidens pilosa L.</i>	2	25,926	151.6982	2.198	4.091	0.341	6.630
15	Chía cimarrona	<i>Salvia tiliifolia Vahl</i>	4	8,889	310.8141	4.396	1.403	0.699	6.497
16	Hierba de la gallina	<i>Helianthemum glomeratum</i>	4	3,704	10.9665	4.396	0.584	0.025	5.005
17	Hierba del negro	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	4	2,963	36.3610	4.396	0.468	0.082	4.945
18	Zacate navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	1	14,815	261.7994	1.099	2.338	0.589	4.026
19	Zacate banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	2	2,963	119.2642	2.198	0.468	0.268	2.934
20	Chicalote amarillo	<i>Argemone mexicana L.</i>	2	4,074	18.9077	2.198	0.643	0.043	2.883
21	Mala mujer	<i>Solanum rostratum Dunal</i>	1	3,704	57.0141	1.099	0.584	0.128	1.812
22	Epazote o hierba de zorrillo	<i>Chenopodium graveolens Willd.</i>	1	370	6.5450	1.099	0.058	0.015	1.172



2			91	633,704	44,456.0959	100.000	100.000	100.000	300.000
---	--	--	----	---------	-------------	---------	---------	---------	---------

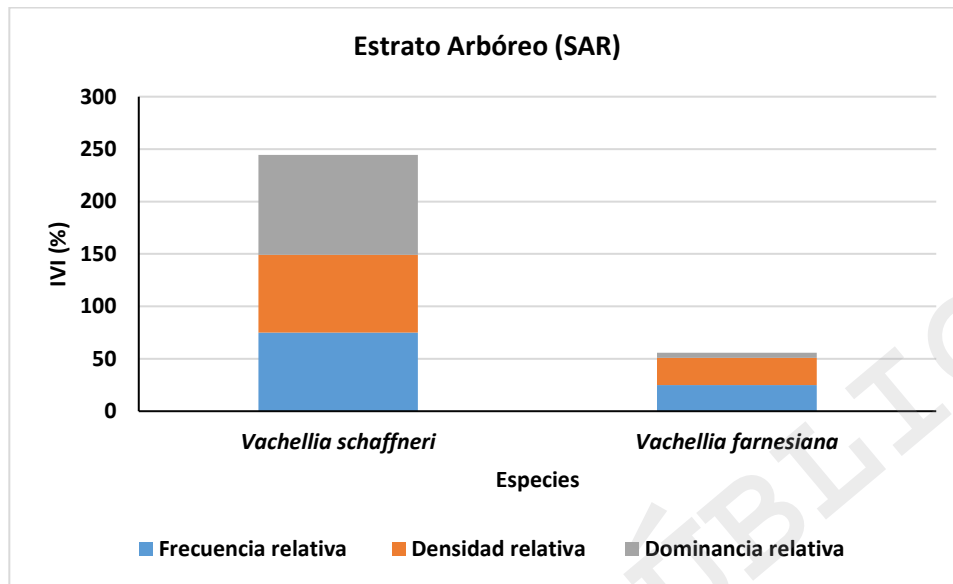


Figura IV-37. IVI (%) del estrato Arbóreo del SAR.

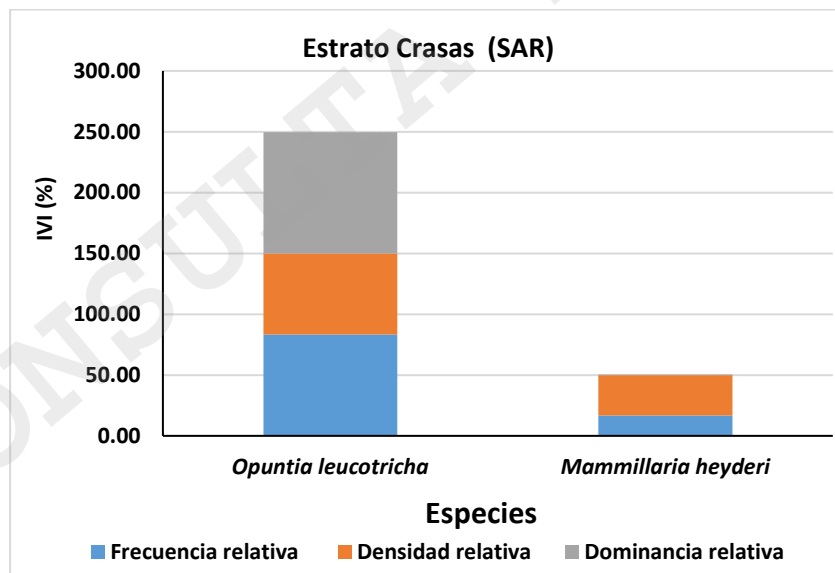


Figura IV-38. IVI (%) del estrato Crasas del SAR.

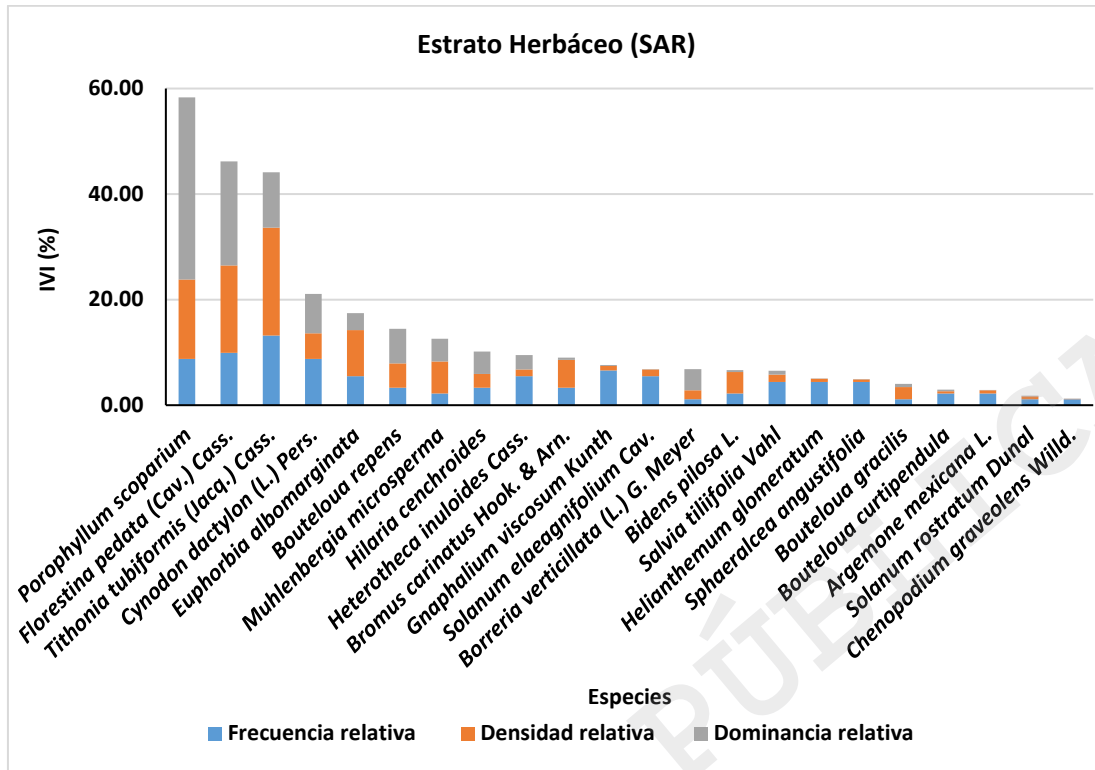


Figura IV-39. IVI (%) del estrato Herbáceo del SAR.

En el estrato arbóreo se registraron dos especies donde de acuerdo con el IVI calculado, la especie *Vachellia schaffneri* presenta mayor importancia ecológica acumulando el 244.367% del valor total (300 %), mientras que la especie *Vachellia farnesiana* presenta un valor de importancia de 55.633%. Al igual que el estrato arbóreo, en el estrato de las crasas solo se registraron dos especies de la cual la especie de *Opuntia leucotricha* es la que presenta mayor valor de importancia con el 249.564% por lo que se considera la especie más importante dentro del ecosistema, mientras que la especie *Mammillaria heyderi* presenta un valor de importancia de 50.436 %.

Dentro del estrato herbáceo la especie más importante por presentar el mayor índice de valor de importancia aportando 58.302% del valor total es el *Porophyllum scoparium*, seguido de las especies *Florestina pedata (Cav.) Cass.* y *Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.* con el 46.216% y 44.108 % del valor de importancia total respectivamente. Lo anterior indica que estas especies son las que se encuentran mejor representadas dentro del SAR, con relación a su densidad, su tamaño y distribución.

Por otra parte, las especies que tienen menor valor de importancia son *Chenopodium graveolens* Willd. y *Solanum rostratum* Dunal con solo el 1.172% y 1.812% respectivamente, estas especies tienen poca representatividad en el SAR debido a que en los sitios de muestreo no se presentaron de manera frecuente.

#### IV.2.1.2.2 Vegetación terrestre en la superficie del proyecto.

De acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Tipo Vegetación escala 1:250,000 INEGI serie VI (2017) los datos de vegetación como clave, tipo de vegetación, descripción, superficie y porcentaje para las áreas sujetas a regularización que competen al proyecto se describen en la siguiente Tabla.

Tabla IV-140. Tipos de Uso de suelo y vegetación en las áreas del proyecto de acuerdo con INEGI.

Clave	Nombre	Sup (ha)	%
PI	Pastizal Inducido	108.27	96.03
PN	Pastizal Natural	1.99	1.77
MC	Matorral Crasicaule	2.48	2.20
<b>Total</b>		<b>112.74</b>	<b>100.00</b>

La descripción de cada tipo de vegetación es la misma que se encuentra en el apartado IV.2.1.2.1.

#### IV.2.1.2.2.1 Diversidad florística, encontrada en el área del proyecto

##### IV.2.1.2.2.1.1 Especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Para conocer el estatus de las especies registradas dentro del área del proyecto, se realizó un cotejo con el listado de especies en estatus de protección reportadas dentro de la normatividad vigente Anexo normativo III de la NOM-059-SEMARNAT 2010, sin embargo, ninguna de las especies registradas se reporta con alguna categoría de riesgo.

##### IV.2.1.2.2.1.2 Red List de la IUCN

Del total de especies registradas dentro del polígono del proyecto, únicamente dos se encuentran listadas en la categoría de preocupación menor (LC) dentro de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, mismas que se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla IV-141. Especies registradas dentro de la IUCN.

No.	Nombre científico	Nombre común	IUCN
1	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	LC
2	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	LC

##### IV.2.1.2.2.1.3 Especies en CITES

Del total de especies registradas dentro del polígono del proyecto solo *Mammillaria heyderi* se encuentra reportada dentro del apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Tabla IV-142. Especies de flora registradas en la CITES.

No.	Nombre científico	Nombre común	CITES
1	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	II

#### IV.2.1.2.2.1.4 Especies endémicas y estatus de distribución

Del total de especies registradas dentro del polígono del proyecto, se reportan una endémica, una exótica y 11 en categoría de especies nativas (Tabla IV-143). Para las especies *Tithonia tubaeformis* y *Zinnia peruviana* no reporta algún estatus de endemismo.

Tabla IV-143. Estatus de distribución de especies registradas en el proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Estatus
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	Nativa
<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	Nativa
<i>Tithonia tubaeformis</i>	Cabezona	Sin estatus
<i>Zinnia peruviana</i>	Gallito de monte	Sin estatus
<i>Amaranthus hybridus</i>	Quintonil verde	Nativa
<i>Cynodon dactylon</i>	Gallitos asiáticos	Exótica
<i>Ipomoea madrensis</i>		Endémica
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del negro	Nativa
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Pera	Nativa
<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	Manzanilla	Nativa
<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	Nativa
<i>Simsia amplexicaulis</i>	Achual	Nativa
<i>Calliandra humilis</i>	Dwarf stick pea	Nativa
<i>Wedelia acapulcensis</i>	Wedelia de Acapulco	Nativa
<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	Nativa

#### IV.2.1.2.2.2 Estimación de los índices de valor de importancia y los índices de diversidad para la flora registrada en las áreas del proyecto

##### IV.2.1.2.2.2.1 Pastizal inducido

##### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Con base en los datos obtenidos mediante el muestreo realizado dentro del área que abarca el polígono del proyecto, se determinó que en este tipo de vegetación se encuentran bien definidos los tres estratos vegetales (arbóreo, arbustivo y herbáceo), de tal forma que se cuantificó solo una especie dentro del estrato arbóreo, ocho especies dentro del estrato arbustivo y 11 especies en el estrato herbáceo.

El análisis de la estimación del índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas dentro del estrato arbóreo refleja que la especie con mayor valor de importancia es *Acacia schaffneri*, la cual presenta un valor de IVI de 100%, lo anterior debido a que fue la única especie registrada en este estrato.

Las especies mejor representadas dentro del estrato arbustivo son *Pseudognaphalium viscosum*, *Simsia amplexicaulis* y *Tithonia tubaeformis* con valores de 104.18%, 51.57% y 38.08% respectivamente, por otra parte, las especies con valores inferiores corresponden a *Sphaeralcea angustifolia* (IVI=4.81%), seguida de la especie *Solanum elaeagnifolium* (IVI=11.35%), el resto de las especies presentan valores que oscilan entre 21.88 % y 37.97 %.

Finalmente, el cálculo de valor de importancia para el estrato herbáceo indica que de las 11 especies registradas en este estrato, las mejores representadas son *Cynodon dactylon*, *Bouteloua gracilis* y *Bidens pilosa*, mismas que obtuvieron valores de 66.05 %, 45.22 % y 40.36 % respectivamente, mientras que las especies que presentaron los valores mínimos son *Calliandra humilis* (IVI=5.71%) seguido de *Ipomoea madrensis* (IVI=5.97%) y *Tithonia tubaeformis* con un valor de 8.61%, el resto de las especies obtuvieron valores de 12.13 % a 34.33 %, tal como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla IV-144. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Pastizal Inducido en el área del Proyecto.

ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)
Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	100.00	100.00	100.00	300.00
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
Arbustivo	<i>Acacia schaffneri</i>	1.00	18.18	18.79	37.97
	<i>Amaranthus hybridus</i>	15.57	13.64	0.96	30.16
	<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	31.34	18.18	54.66	104.18
	<i>Simsia amplexicaulis</i>	26.75	13.64	11.19	51.57
	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	3.99	4.55	2.81	11.35
	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	0.20	4.55	0.06	4.81
	<i>Tithonia tubaeformis</i>	18.36	13.64	6.08	38.08
	<i>Zinnia peruviana</i>	2.79	13.64	5.45	21.88
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
Herbáceo	<i>Amaranthus hybridus</i>	6.85	5.00	0.28	12.13
	<i>Bidens pilosa</i>	21.92	5.00	13.44	40.36
	<i>Bouteloua gracilis</i>	13.70	10.00	21.52	45.22
	<i>Calliandra humilis</i>	0.68	5.00	0.03	5.71
	<i>Cynodon dactylon</i>	20.55	20.00	25.51	66.05
	<i>Ipomoea madrensis</i>	0.68	5.00	0.29	5.97
	<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	2.74	10.00	13.00	25.74

	<i>Simsia amplexicaulis</i>	6.16	15.00	13.16	34.33
	<i>Tithonia tubaeformis</i>	2.74	5.00	0.87	8.61
	<i>Wedelia acapulcensis</i>	20.55	5.00	4.00	29.55
	<i>Zinnia peruviana</i>	3.42	15.00	7.90	26.32
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

En la siguiente tabla y figura se muestran las especies que, de acuerdo con el análisis del índice de valor de importancia, poseen dentro del ecosistema un patrón regular, es decir, presentan mayor densidad de individuos y mejor distribución que el resto de las especies registradas y por ende definen la composición y estructura de esta comunidad vegetal, de tal forma que se consideran especies prioritarias dentro de las actividades encaminadas a la modificación de esta comunidad vegetal con la finalidad de asegurar a su protección y conservación.

Tabla IV-145. Especies con mayor valor de importancia en la Vegetación Pastizal Inducido el Proyecto.

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia schaffneri</i>	300	37.97	-
<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	-	104.18	25.74
<i>Simsia amplexicaulis</i>	-	51.57	34.33
<i>Tithonia tubaeformis</i>	-	38.08	8.61
<i>Amaranthus hybridus</i>	-	30.16	12.13
<i>Bouteloua gracilis</i>	-	-	45.22
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	66.05
<i>Bidens pilosa</i>	-	-	40.36
<i>Wedelia acapulcensis</i>	-	-	29.55

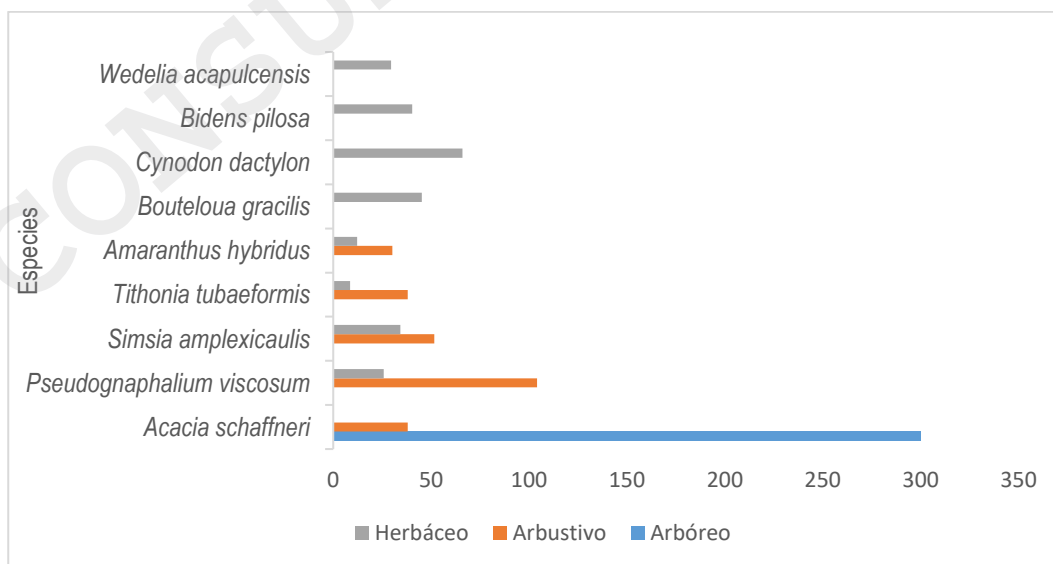


Figura IV-40. Especies con mayor valor de importancia en la vegetación de pastizal inducido en el Proyecto.



### *Índices de Diversidad*

A continuación, se describen los resultados obtenidos con los cálculos de índices de diversidad de especies evaluados para esta comunidad vegetal.

Para el estrato arbóreo, en este tipo de vegetación se obtuvieron valores de cero (0) para los índices de Margalef, índice de Shannon, índice de diversidad de Simpson e índice de equidad, lo que indica una zona de baja diversidad, mientras que el índice de dominancia presentó un valor de uno (1) es decir, predomina la dominancia de una sola especie, sin embargo, es importante mencionar que durante el muestreo de campo solo se registró una sola especie dado que en esta comunidad vegetal predominan especies de gramíneas.

Por otra parte, los resultados obtenidos del índice de Margalef para el estrato arbustivo y herbáceo refieren una zona de baja diversidad al presentar valores de 1.13 y 2.0 respectivamente, dado que aquellos valores igual o menores a dos indican zonas de baja diversidad, lo anterior se reafirma con los valores obtenidos mediante el índice de Shannon-Wiener cuyos resultados fueron de 1.6 para el estrato arbustivo y 1.99 para el estrato herbáceo, asumiendo que aquellos valores inferiores a dos (2) corresponden a área de baja diversidad.

En cuanto al índice de dominancia, se obtuvieron valores de 0.23 y 0.16 para los estratos arbustivo y herbáceo respectivamente, ambos valores son más cercanos a cero, lo que indica que las especies son igualmente abundantes dentro del estrato, dado que aquellos valores más cercanos a la unidad (1) son indicativos de la dominancia de una sola especie sobre las demás, lo anterior se reafirma mediante la estimación del índice de diversidad de Simpson (1-D) cuyos valores obtenidos para los estratos de esta comunidad vegetal fueron 0.77 para el estrato arbustivo y 0.84 para el estrato herbáceo considerando que aquellos valores cercanos a la unidad (1) refieren a formaciones vegetales diversas.

Los valores obtenidos para el índice de equidad reafirman lo descrito en el párrafo anterior, puesto que los valores resultantes en los estratos arbustivo y herbáceo fueron de 0.77 y 0.83 respectivamente, mismos que se encuentran cercanos de la unidad (1) lo que obedece al criterio que los valores cercanos a (1) corresponden a situaciones donde las especies son igualmente abundantes. De manera general, los resultados obtenidos del análisis de diversidad de especies que conforman esta comunidad vegetal refieren a una zona de baja diversidad, que presentan un grado importante de perturbación.

Tabla IV-146. Especies con mayor valor de importancia en la Vegetación Pastizal Inducido el Proyecto.

ÁREA	ESTRAT O	NOMBRE CIENTÍFICO	S	n	Abundan- cia absoluta (ind/ha)	Abundan- cia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi*ln(Pi)
Proyec- to	Arbóre- o	<i>Acacia schaffneri</i>	1	7	28	1.000	0.000	0.000
			1	7	28	1.000	0.000	0.000
					<b>Mf</b>	<b>0.000</b>	<b>Riqueza</b>	<b>1.000</b>
					<b>D</b>	<b>1.000</b>	<b>H calculada</b>	<b>0.000</b>
					<b>1-D</b>	<b>0.000</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>0.000</b>
							<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.000</b>
	Arbusti- vo	<i>Acacia schaffneri</i>	1	5	200	0.010	-4.607	-0.046
		<i>Amaranthus hybridus</i>	1	7 8	3120	0.156	-1.860	-0.290
		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	1	1 5 7	6280	0.313	-1.160	-0.364
		<i>Simsia amplexicaulis</i>	1	1 3 4	5360	0.267	-1.319	-0.353
		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	2 0	800	0.040	-3.221	-0.129
		<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	1	1	40	0.002	-6.217	-0.012
		<i>Tithonia tubaeformis</i>	1	9 2	3680	0.184	-1.695	-0.311
		<i>Zinnia peruviana</i>	1	1 4	560	0.028	-3.578	-0.100
			8	5 0 1	20040	1.000	-23.656	-1.604
					<b>Mf</b>	<b>1.126</b>	<b>Riqueza</b>	<b>8.000</b>
					<b>D</b>	<b>0.230</b>	<b>H calculada</b>	<b>1.604</b>
					<b>1-D</b>	<b>0.770</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>2.079</b>
						<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.771</b>	
	Herbá- ceo	<i>Amaranthus hybridus</i>	1	1 0	20000	0.068	-2.681	-0.184
		<i>Bidens pilosa</i>	1	3 2	64000	0.219	-1.518	-0.333
		<i>Bouteloua gracilis</i>	1	2 0	40000	0.137	-1.988	-0.272
		<i>Calliandra humilis</i>	1	1	2000	0.007	-4.984	-0.034
		<i>Cynodon dactylon</i>	1	3 0	60000	0.205	-1.582	-0.325
		<i>Ipomoea madrensis</i>	1	1	2000	0.007	-4.984	-0.034
		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	1	4	8000	0.027	-3.597	-0.099
		<i>Simsia amplexicaulis</i>	1	9	18000	0.062	-2.786	-0.172

		<i>Tithonia tubaeformis</i>	1	4	8000	0.027	-3.597	-0.099
		<i>Wedelia acapulcensis</i>	1	30	60000	0.205	-1.582	-0.325
		<i>Zinnia peruviana</i>	1	5	10000	0.034	-3.374	-0.116
			11	146	292000	1	-32.67397359	1.99163091
					<b>Mf</b>	<b>2.007</b>	<b>Riqueza</b>	<b>11.00</b>
					<b>D</b>	<b>0.163</b>	<b>H calculada</b>	<b>1.992</b>
					<b>1-D</b>	<b>0.838</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>2.398</b>
							<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.831</b>

#### IV.2.1.2.2.2.2 Matorral Crasicaule

##### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Con respecto a los datos que fueron obtenidos en el muestro realizado en el polígono del proyecto se determinó que la vegetación se compone de tres tipos de estratos estos son: arbóreo, arbustivo y herbáceo entre los que se distribuyen ocho especies vegetales, dentro del estrato arbóreo se encuentra una especie, cinco en el arbustivo y cinco en el herbáceo.

El análisis de la estimación del índice de valor de importancia (IVI) de la especie registrada dentro del estrato arbóreo fue *Acacia schaffneri* la cual presentó un valor de IVI de 100% siendo esta la única especie presente en este estrato.

Por otra parte, el estrato arbustivo se encuentra representado por cinco especies vegetales de las cuales *Pseudognaphalium viscosum* presenta el mayor valor de importancia (108.46%) lo que indica que es la especie mejor representada dentro el estrato, no obstante, las especies *Acacia schaffneri*, *Simsia amplexicaulis* y *Amaranthus hybridus* obtuvieron valores de 57.21%, 56.47 y 51.26 % respectivamente es decir, son especies igualmente importantes dentro de la comunidad vegetal, siendo la especie *Tithonia tubaeformis* la que presentó el valor mínimo (26.61 %).

Finalmente, en el estrato herbáceo se registraron un total de cinco especies, de las cuales las especies con IVI más alto son los siguientes; *Solanum elaeagnifolium* con 94.12 %, *Tithonia tubaeformis* (71.62 %) y *Bidens pilosa* con un IVI=56.44 % mientras que las especies con los valores inferiores resultaron ser *Pseudognaphalium viscosum* con 48.55 % y *Cynodon dactylon* con 29.27%, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV-147. Índice de Valor de importancia de la vegetación de Matorral Crasicaule.

Estrato	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de valor de importancia (IVI)
Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	100.00	100	100	300.00
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300</b>
Arbustivo	<i>Acacia schaffneri</i>	2.33	20	34.88	57.21
	<i>Amaranthus hybridus</i>	31.01	20	0.25	51.26
	<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	37.21	20	51.25	108.46
	<i>Simsia amplexicaulis</i>	24.81	20	11.67	56.47
	<i>Tithonia tubaeformis</i>	24.81	20	1.95	26.61
	<b>Total</b>	<b>120.16</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>
herbáceo	<i>Bidens pilosa</i>	33.33	20	3.11	56.44
	<i>Cynodon dactylon</i>	8.33	20	0.94	29.27
	<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	8.33	20	20.22	48.55
	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	8.33	20	65.79	94.12
	<i>Tithonia tubaeformis</i>	41.67	20	9.95	71.62
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Tabla IV-148. Especies con mayor IVI de cada estrato en la Vegetación matorral crasicaule en el proyecto.

Especies	Estratos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia schaffneri</i>	300.00	57.21	-
<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	-	108.46	48.55
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	-	-	94.12
<i>Tithonia tubaeformis</i>	-	26.61	71.62
<i>Simsia amplexicaulis</i>	-	56.47	-
<i>Bidens pilosa</i>	-	-	56.44
<i>Amaranthus hybridus</i>	-	51.26	-
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	29.27

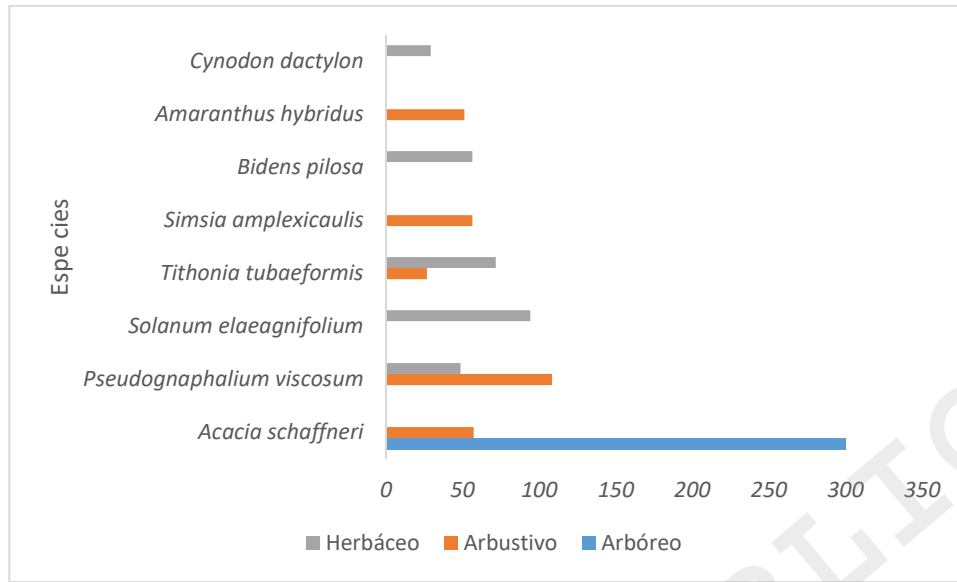


Figura IV-41. Especies con mayor valor de importancia en la vegetación de Matorral Crasicaule en el Proyecto.

### Índices de Diversidad

El análisis de diversidad se obtuvo para los tres estratos de la vegetación de matorral crasicaule. Para el estrato arbóreo los resultados obtenidos de los índices de Margalef, índice de Shannon, índice de diversidad de Simpson e índice de equidad, indican una zona de baja diversidad, mientras que el índice de dominancia presentó un valor de uno (1) es decir, predomina la dominancia de una sola especie (*Acacia schaffneri*), debido a que durante el muestreo de campo dentro de este estrato solo se registró una especie.

El índice de Margalef presentó valores de 0.82 y 1.61 para los estratos arbustivo y herbáceo los cuales se encuentran por debajo de dos (2), valores que suelen hacer referencia a ecosistemas con baja diversidad, mientras que el índice de Shannon- Wiener obtuvo valores de 1.31 y 1.35 respectivamente, valores que hacen referencia a zonas de baja diversidad considerando que el índice de Shannon normalmente varía de 1 a 5, interpretándose los valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 diversidad media, y mayores de 3.5 como diversidad alta.

En cuanto a la distribución de especies, los resultados obtenidos mediante el índice de dominancia demuestran que no existen especies dominantes dentro de los estratos, dado que se obtuvieron valores de 0.30 para el estrato arbustivo y 0.31 para el estrato herbáceo, considerando que los valores de este índice oscilan entre 0 y 1 siendo los valores cercanos a la unidad (1) indicativos de la dominancia de una sola especie sobre las demás. Esto se reafirma con el índice de diversidad de Simpson (1-D), cuyos valores resultaron ser de 0.70 para el estrato arbustivo y 0.69 para el estrato herbáceo.

El índice de equidad reafirma lo descrito anteriormente, en términos de abundancia, las especies presentes dentro de los estratos arbustivo y herbáceo son igualmente abundantes, puesto que los valores obtenidos para este índice resultaron superiores a 0.80 como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla IV-149. Especies con mayor IVI de cada estrato en la Vegetación matorral crasicaule en el proyecto.

ÁREA	ESTRATO	NOMBRE CIENTÍFICO	S	n	Abundancia absoluta (ind/ha)	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	$\ln(P_i)$	$P_i * \ln(P_i)$	
Proyecto	Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	1	15	300	1.000	0.00	0.000	
		Total	1	15	300	1.00	0.00	0.000	
					<b>Mf</b>	<b>0</b>	<b>Riqueza</b>	<b>1.000</b>	
					<b>D</b>	<b>1.000</b>	<b>H calculada</b>	<b>0.000</b>	
					<b>1-D</b>	<b>0.000</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>0.000</b>	
							<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.000</b>	
Proyecto	Arbustivo	<i>Acacia schaffneri</i>	1	3	229	0.023	-3.761	-0.087	
		<i>Amaranthus hybridus</i>	1	40	3051	0.310	-1.171	-0.363	
		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	1	48	3661	0.372	-0.989	-0.368	
		<i>Simsia amplexicaulis</i>	1	32	2441	0.248	-1.394	-0.346	
		<i>Tithonia tubaeformis</i>	1	6	458	0.047	-3.068	-0.143	
				12					
		Total	5	9	9840	1	-10.383	-1.307	
					<b>Mf</b>	<b>0.8231</b>	<b>Riqueza</b>	<b>5.000</b>	
					<b>D</b>	<b>0.2988</b>	<b>H calculada</b>	<b>1.307</b>	
				<b>1-D</b>	<b>0.7012</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>1.609</b>		
						<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.812</b>		
Proyecto	Herbáceo	<i>Bidens pilosa</i>	1	4	40000	0.333	-1.099	-0.366	
		<i>Cynodon dactylon</i>	1	1	10000	0.083	-2.485	-0.207	
		<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	1	1	10000	0.083	-2.485	-0.207	
		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	1	10000	0.083	-2.485	-0.207	
		<i>Tithonia tubaeformis</i>	1	5	50000	0.417	-0.875	-0.365	
		Total	5	12	120000	1.000	-9.429	-1.352	
						<b>Mf</b>	<b>1.61</b>	<b>Riqueza</b>	<b>5.000</b>
					<b>D</b>	<b>0.3056</b>	<b>H calculada</b>	<b>1.352</b>	
					<b>1-D</b>	<b>0.6944</b>	<b>H max=LnS</b>	<b>1.609</b>	
						<b>Equidad =H/Hmax</b>	<b>0.840</b>		



#### IV.2.1.2.2.3 Curva de Acumulación de especies

La curva de acumulación de especies es una herramienta que junto con la intensidad y error de muestreo indican la fiabilidad del análisis de los datos obtenidos de los muestreos de campo realizados. La aparición de nuevas especies representa una correlación positiva con respecto al esfuerzo de muestreo, de esta manera cuanto mayor es la muestra mayor será el número de especies registradas. Al inicio del muestreo la pendiente de la curva tiene un crecimiento exponencial, conforme se incrementa el tamaño de la muestra se repiten individuos de especies ya colectadas y muy poca presencia de nuevas especies raras, esto hace que la curva descienda o se mantenga horizontal, cuando esto ocurre, se dice que se tiene registro máximo de especies de la zona de estudio (Jiménez–Valverde & Hortal, 2003).

Con el objetivo de evaluar la eficiencia de muestreo implementado en el proyecto se realizaron cálculos de los estimadores Chao 1 y Chao 2 mediante el software EstimateS 9.1.0 (de uso libre) los cuales miden la acumulación de especies respecto del número de sitios de muestreo realizados y estiman el número de especies esperadas encontrar dentro del proyecto.

En el área del proyecto se realizó el levantamiento de información forestal en seis sitios de muestreo, registrando un total de 14 especies vegetales (árboles, arbustos, herbáceas), de tal forma que, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante los estimadores, Chao 1 indica un esfuerzo de muestreo de 82.35 % mientras que Chao 2 indica un porcentaje de eficiencia de muestreo es de 91.80%.

Para ambos estimadores, la efectividad de muestreo es satisfactoria puesto que el número de especies registradas rebasa el 70% del porcentaje aceptable.

Por otra parte, en la Figura IV-42 se presenta la curva de acumulación de especies en la que se aprecia que para el estimador Chao 2, se comienza a alcanzar la asíntota.

Tabla IV-150. Número de especies observadas y esperadas en el polígono del Proyecto.

Especies observadas en proyecto	Especies esperadas en Proyecto		% de eficiencia	
	Chao 1	Chao 2	Chao 1	Chao 2
14	17	15.25	82.35	91.80

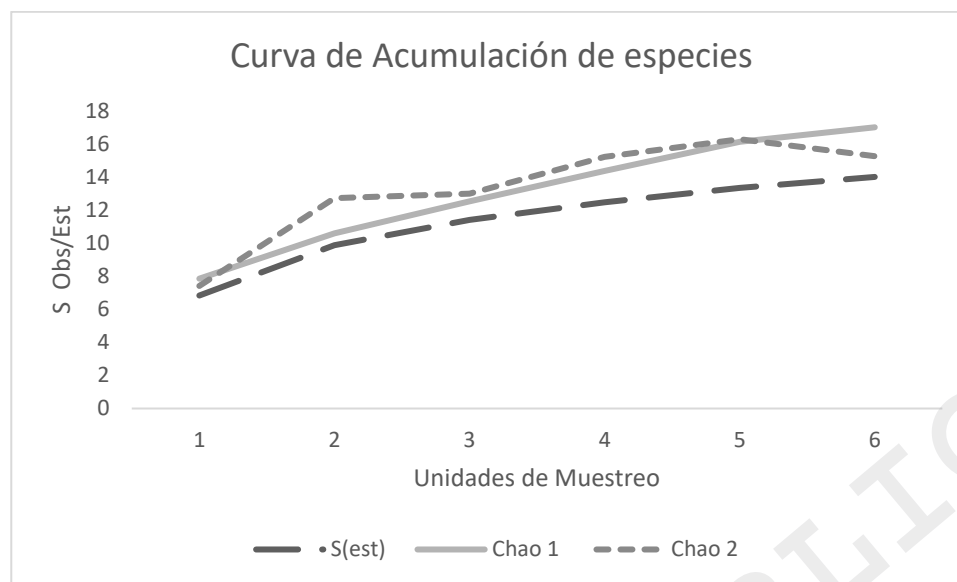


Figura IV-42. Curva de acumulación de especies.

#### IV.2.1.2.3 Fauna Silvestre del SAR

La fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico. Esta depende tanto de factores abióticos como de factores bióticos. Para efectos de este proyecto y de acuerdo con la LGEEPA, considera como fauna silvestre a las especies animales terrestres y aéreas, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional, y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre. La distribución de la mayoría de las especies de mamíferos y aves esta correlacionada con la variedad y abundancia de la vegetación, así como la estructura que está presente, la cual, por su parte, depende ampliamente de los factores fisiográficos y climáticos (MacArthur y MacArthur, 1961; Baker y Greer, 1962). Para conocer la diversidad faunística del SAR, primeramente, en gabinete se realizó un listado preliminar de la distribución potencial de la fauna reportada para la zona de estudio que se presenta en las tablas IV-151, IV-152, IV-153 y IV-154.

Tabla IV-151. Listado potencial de especies de fauna silvestre (Mammalia).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo
1	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	S/C	No endémica
2	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	S/C	No endémica
3	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	S/C	No endémica
4	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	S/C	No endémica
5	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince Americano	S/C	No endémica
6	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	S/C	No endémica

7	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado Sureño	S/C	No endémica
8	Mephitidae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo Listado Norteño	S/C	No endémica
9	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	A	No endémica
10	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle Norteño	S/C	No endémica
11	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	S/C	No endémica
12	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago Cola Suelta	S/C	No endémica
13	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago Trompudo	A	No endémica
14	Phyllostomidae	<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago Magueyero Mayor	A	No endémica
15	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago moreno norteamericano	S/C	No endémica
16	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Norteño	S/C	No endémica
17	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra	S/C	No endémica
18	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre Antílope	S/C	No endémica
19	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del Desierto	S/C	No endémica
20	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de Monte	S/C	Endémica
21	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	S/C	No endémica
22	Cricetidae	<i>Mus musculus</i>	Ratón Casero Eurasiático	S/C	No endémica
23	Cricetidae	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón Arbustero	S/C	No endémica
24	Cricetidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las Rocas	S/C	Endémica
25	Cricetidae	<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón de Cactus	S/C	No endémica
26	Cricetidae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón Norteamericano	S/C	No endémica
27	Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón-cosechero Leonado	S/C	No endémica
28	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza Mexicana	S/C	Endémica
29	Heteromyidae	<i>Chaetodipus nelsoni</i>	Ratón de Abazones de Nelson	S/C	Endémica
30	Heteromyidae	<i>Chaetodipus penicillatus</i>	Ratón de Abazones Desértico	S/C	No endémica
31	Heteromyidae	<i>Dipodomys ordii</i>	Rata Canguro Común	S/C	No endémica
32	Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	Ratón de Abazones Sedoso	S/C	No endémica
33	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	S/C	No endémica

Tabla IV-152. Listado potencial de especies de fauna silvestre (Aves).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo
1	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	Pr	No endémica
2	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán Rastrero	S/C	No endémica
3	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	Pr	No endémica
4	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca	S/C	No endémica
5	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino	S/C	No endémica
6	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Alas Verdes	S/C	No endémica
7	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar	S/C	No endémica
8	Anatidae	<i>Anser albifrons</i>	Ganso Careto Mayor	S/C	No endémica
9	Anatidae	<i>Anser caerulescens</i>	Ganso Blanco	S/C	No endémica
10	Anatidae	<i>Mareca americana</i>	Pato Chalcuán	S/C	No endémica

11	Anatidae	<i>Mareca strepera</i>	Pato Friso	S/C	No endémica
12	Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	Pato Cucharón Norteño	S/C	No endémica
13	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí Barba Negra	S/C	No endémica
14	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	S/C	No endémica
15	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	S/C	No endémica
16	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Zumbón	S/C	No endémica
17	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	S/C	No endémica
18	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	S/C	No endémica
19	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	S/C	No endémica
20	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	S/C	No endémica
21	Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero Pico Largo	S/C	No endémica
22	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito Pico Largo	S/C	No endémica
23	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	S/C	No endémica
24	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	S/C	No endémica
25	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	S/C	No endémica
26	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	S/C	No endémica
27	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	S/C	No endémica
28	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	S/C	No endémica
29	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz Escamosa	S/C	No endémica
30	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillos	S/C	No endémica
31	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	S/C	No endémica
32	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal del Desierto	S/C	No endémica
33	Cardinalidae	<i>Passerina amoena</i>	Colorín Pecho Canela	S/C	No endémica
34	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	Pr	No endémica
35	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	S/C	No endémica
36	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	S/C	No endémica
37	Fringillidae	<i>Haemorhous cassinii</i>	Pinzón Serrano	S/C	No endémica
38	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión Mexicano	S/C	No endémica
39	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	S/C	No endémica
40	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	S/C	No endémica
41	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	S/C	No endémica
42	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo Ojos Amarillos	S/C	No endémica
43	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	S/C	No endémica
44	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	S/C	No endémica
45	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café	S/C	No endémica
46	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero del Oeste	S/C	No endémica
47	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo Cabeza Amarilla	S/C	No endémica
48	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	S/C	No endémica
49	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	S/C	No endémica
50	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño	S/C	No endémica
51	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	S/C	No endémica

52	Parulidae	<i>Oreothlypis virginiae</i>	Chipe de Virginia	S/C	No endémica
53	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Amarillo	S/C	No endémica
54	Passerillidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero Garganta Negra	S/C	No endémica
55	Passerillidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	S/C	No endémica
56	Passerillidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	S/C	No endémica
57	Passerillidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	S/C	No endémica
58	Passerillidae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo	S/C	No endémica
59	Passerillidae	<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	S/C	No endémica
60	Passerillidae	<i>Pipilo chlorurus</i>	Rascador Cola Verde	S/C	No endémica
61	Passerillidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión Cola Blanca	S/C	No endémica
62	Passerillidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión de Cola Blanca	S/C	No endémica
63	Passerillidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	S/C	No endémica
64	Passerillidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión Corona Blanca	S/C	No endémica
65	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita Azulgris	S/C	No endémica
66	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo Matraquita	S/C	No endémica
67	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	S/C	No endémica
68	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto	S/C	No endémica
69	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de Rocas	S/C	No endémica
70	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	S/C	No endémica
71	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas Bajacolita	S/C	No endémica
72	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste	S/C	No endémica
73	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Cenizo	S/C	No endémica
74	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	S/C	No endémica
75	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	S/C	No endémica
76	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas Negro	S/C	No endémica
77	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	S/C	No endémica
78	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú	S/C	No endémica
79	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	S/C	No endémica
80	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	S/C	No endémica
81	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	S/C	No endémica
82	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	S/C	No endémica
83	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero Mexicano	S/C	No endémica
84	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	S/C	No endémica
85	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	S/C	No endémica

Tabla IV-153. Listado potencial de especies de fauna silvestre (Anfibios).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo
1	Bufoidea	<i>Anaxyrus cognatus</i>	Sapo de Espuelas	S/C	No endémica
2	Bufoidea	<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la Meseta	S/C	Endémica
3	Bufoidea	<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo Verde	Pr	No endémica

4	Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de Puntos Rojos	S/C	No endémica
5	Hylidae	<i>Dryophytes eximius</i>	Rana de Árbol de la Montaña	Pr	Endémica
6	Hylidae	<i>Dryophytes arenicolor</i>	Rana de Árbol Color Arena	Pr	No endémica
7	Microhylidae	<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo Boca Angosta Oliváceo	Pr	No endémica
8	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana Leopardo	Pr	No endémica
9	Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	Sapo Montícola de Espuela	Pr	No endémica

Tabla IV-154. Listado potencial de especies de fauna silvestre (Reptiles).

ID	Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo
1	Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra Gris Nariz de Pala	S/C	Endémica No
2	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra Chirrionera Roja	A	Endémica No
3	Natricidae	<i>Nerodia erythrogaster</i>	Culebra de Agua Vientre Claro	A	Endémica No
4	Natricidae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra Lineada de Bosque	A	Endémica No
5	Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de Agua Nómada Mexicana	A	Endémica No
6	Natricidae	<i>Thamnophis marcianus</i>	Sochuate	A	Endémica No
7	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Espinosa del Mezquite Lagartija Espinosa de la Sierra	Pr	Endémica No
8	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus jarrovi</i>	Madre Occidental	S/C	Endémica No
9	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija Espinosa Norteña de Grieta	S/C	Endémica
10	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija Espinosa de Pastizal	S/C	Endémica
11	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana	S/C	Endémica
12	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija Espinosa de Collar	S/C	Endémica No
13	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste	S/C	Endémica No
14	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de Diamantes	Pr	Endémica No
15	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel Gris	Pr	Endémica No
16	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de Cola Negra	Pr	Endémica No
17	Viperidae	<i>Crotalus pricei</i>	Cascabel de Manchas Gemelas	Pr	Endémica No
18	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano Tortuga Pecho Quebrado Pata	Pr	Endémica No
19	Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Rugosa	Pr	Endémica

**Categorías de riesgo:** Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).

La descripción de la fauna en el Sistema Ambiental Regional se efectuó de acuerdo con los grupos filogenéticos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, indicadores de la calidad de hábitat de los



vertebrados terrestres, aunado a que son organismos fácilmente identificables en campo (a diferencia de los invertebrados como insectos y arácnidos), excelentes indicadores de disturbios y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad humana.

Con el material de apoyo en la determinación de los especímenes se utilizaron las siguientes guías de campo y literatura disponible, Stebbins (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2003), Rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987) para aves, y Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981) para mamíferos. Como equipo de observación se utilizaron binoculares de 7 x 21 con zoom a 40 X.

La metodología para la caracterización de las especies de fauna de los cuatro grupos filogenéticos (aves, mamíferos anfibios y reptiles) se realizaron a partir de conteos directos los cuales son aquellos que se refieren a un contacto activo con el animal, ya sea porque se ha visto o se ha oído, mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento. La observación directa permitió la aplicación de métodos directos, que se basan en datos ópticos y acústicos obtenidos durante el inventario de fauna para el SAR y para ello se realizaron censos periódicos para aves, mamíferos, anfibios y reptiles signos indirectos de vertebrados mayores donde dejan evidencias en el medio natural de su presencia y actividades (excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, restos de comida, alteraciones en la vegetación, sendas, etc.) estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente en el momento de la observación. Estos indicios son denominamos datos indirectos y se identificaron con la ayuda de conocedores locales o guías de campo. Para conocer la diversidad faunística en el SAR se realizaron dos muestreos en tiempos distintos.

#### **IV.2.1.2.3.1 Muestreo de mamíferos en campo**

Los mamíferos se caracterizan por ser buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas debido a su sensibilidad a las alteraciones causadas por el hombre. Este grupo cumple con un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que participan en diversos procesos como la dispersión, la depredación de semillas y la polinización, además de actuar como depredadores y presas.

Para la determinación de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, pelo, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares. Además, se colocaron trampas de tipo Sherman para incrementar los registros de aquellas especies de difícil detección.



Figura IV-43. Colocación de trampas Sherman para mastofauna.

Las unidades de muestreo consistieron en transectos en donde se realizó la localización de excretas, huellas entre otros, para la identificación de las especies se utilizó la guía de campo “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México”, el manual para el rastreo de mamíferos silvestre de México (Aranda, 2012); así como los rangos de distribución histórica establecidos en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2020), conjuntamente se revisó la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para conocer el estatus de conservación de las especies faunísticas identificadas durante los muestreos de campo, con la información obtenida fue posible realizar el listado de fauna permitiendo clasificar las especies por familia, género y especie, nombre común, el estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, distribución (si son endémicas o de distribución restringida), si son de interés ecológico, de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos pequeños), si presentan un valor cinegético, número de Individuos observados, así como otros criterios importantes como la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat y su distribución vertical tal como se presenta en la Tabla IV-59.

#### IV.2.1.2.3.2 Muestreo de Aves (Avifauna)

El método utilizado para la identificación de este grupo fue el método de conteo por puntos, el cual permitió estudiar las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat y los patrones de abundancia de cada especie. Los puntos de conteo fueron distribuidos de forma que no se traslaparan, tuvieron una separación mínima de 100 m de distancia, dependiendo del tipo de vegetación que se presentó en la microcuenca.

El método de conteo por puntos consistió en establecer sitios con un radio de 25 m, en el que el observador permaneció durante un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos, observando y registrando las aves con ayuda de binoculares, los individuos fueron fotografiados y se levantó su registro en el cual se indicó el tipo de registro (observadas u oídas), si se encontraba fuera o si iba

de paso, además se registraban las especies que se lograran observar del traslado de un sitio a otro (Gallina y López, 2011).



Figura IV-44. Avistamiento de aves en campo.

En consideración de los periodos de mayor actividad de las aves, los conteos se iniciaron inmediatamente después del amanecer y continuaron hasta las 10:00 a.m. debido a que la actividad y la frecuencia de cantos de las aves disminuyen después de ese horario, posteriormente se volvieron a realizar monitoreos en el transcurso de horarios vespertinos antes de la puesta del sol, donde se vuelven a desarrollar sus actividades.

En cada sitio se anotó el número de individuos de cada especie detectada visual y/o acústicamente, lo mismo que la localización de cada ave en términos de distancia de observación y estrato vegetal ocupado, así como su actividad (alimentación, reposo, desplazamiento, canto, etc.).

Con la información obtenida se realizó el listado de la avifauna permitiendo clasificar las especies por familia, género y especie, nombre común, el estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, distribución (si son endémicas o de distribución restringida), si son de interés ecológico, número de Individuos observados, así como otros criterios importantes como la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat y su distribución vertical tal como se presenta en la Tabla IV-59.

#### **IV.2.1.2.3.3 Muestreo de anfibios y reptiles (Herpetofauna)**

Pefaur (1995) menciona que debido a que no existen maneras eficientes de capturar por medio de trampas a los anfibios y reptiles, estos se buscan en toda la zona aledaña al área de muestreo, recogiénolos manualmente. Por tanto, se utilizó el método de muestreo en transectos, el que

permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Heyer, 1994). La búsqueda de los organismos sobre los transectos se realizó de una forma intensiva y en los lugares que fungieron como hábitat de los mismos, es decir, debajo de las piedras, entre la hojarasca, debajo de troncos en descomposición, bordes de cuerpos de agua, etc.

Según la metodología propuesta por algunos autores y de acuerdo a los hábitos de las diferentes especies de anfibios y reptiles, los recorridos deben realizarse en tres horarios: de 9:00 a 12:00 h para lagartijas y serpientes diurnas, de 16:00 a 18:00 h y de 22:00 a 1 h para serpientes nocturnas y anfibios, aunque debido a la duración de los recorridos y a la búsqueda conjunta de los organismos de las diferentes taxas motivo de estudio dichos horarios no fueron empleados estrictamente, sin embargo se registraron todos aquellos organismos que pudieron visualizarse y/o capturarse durante el muestreo.

Para el muestreo de la herpetofauna se realizaron transectos considerando que fuera lo más recto posible, de longitudes variadas desde 250.00 m hasta 820.00 m por 20 m de ancho.

Como resultado del muestreo, se elaboró una lista de especies presentes clasificándolas por familia, género y especie, nombre común, el estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, distribución (si son endémicas o de distribución restringida), si son de interés ecológico, de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos pequeños), si presentan un valor cinético, número de Individuos observados, así como otros criterios importantes como la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, hábitat y su distribución vertical tal como se presenta en la Tabla IV-155.

Tabla IV-155. Listado de fauna registrada durante el primer muestreo en el SAR.

Mastofauna															
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento	Valor cinegético	Número de Individuos	Estacionalidad de las especies	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Condición de la Vegetación observada (Hábitat)	Distribución vertical
1	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	6	Residente	Común	Pareja	Omnívoro	Buena	Inferior
2	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	Sin Categoría	No endémica	No	Si	No	7	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Buena	Inferior
3	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Sin Categoría	No endémica	Si	No	Si	2	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Buena	Inferior
4	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	Sin Categoría	No endémica	No	Si	No	4	Residente	Común	Gregaria	Omnívoro	Buena	Inferior-Medio
5	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	5	Residente	Común	Gregaria	Carnívoro	Buena	Inferior-Medio
6	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	4	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Buena	Inferior
7	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre	Sin Categoría	No endémica	No	Si	Si	6	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Buena	Inferior
8	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Sin Categoría	No endémica	No	Si	Si	8	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Buena	Inferior
9	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Sin Categoría	Endémica	No	Si	Si	5	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Buena	Inferior
10	Cricetidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón	Sin Categoría	Endémica	No	Si	No	8	Residente	Común	Solitario	omnívoro	Buena	Inferior
11	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	3	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Buena	Inferior-Medio
12	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	Sin Categoría	No endémica	No	Si	No	8	Residente	Abundante	Gregaria	Omnívoro	Buena	Inferior
Avifauna															
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento	Valor cinegético	Número de Individuos observados	Estacionalidad de las especies	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Condición de la Vegetación observada (Hábitat)	Distribución vertical
1	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	5	Residente	Común	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
2	Passerellidae	<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	8	Migratoria	Común	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
3	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	8	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
4	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Buena	Superior

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
 “Huerto Solar Fotovoltaico Durango”



5	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	Pr	No endémica	No	No	No	5	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Buena	Superior
6	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	47	Residente	Común	Gregaria	Granívoro-Frugívoro-Insectívoro	Buena	Inferior
7	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	7	Residente	Común	Pareja	Insectívoro-Granívoro-Frugívoro	Buena	Inferior-Medio
8	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	7	Residente	Abundante	Solitario	Omnívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
9	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	2	Residente	Común	Solitario	Insectívoro-Granívoro	Buena	Medio-Superior
10	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	8	Migratoria	Común	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
11	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	21	Residente	Común	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
12	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	8	Residente	Abundante	Gregaria	Carroñero	Buena	Superior
13	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	29	Residente	Común	Gregaria	Granívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
14	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	8	Residente	Abundante	Pareja	Omnívoro	Buena	Inferior-Superior
15	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	3	Residente	Común	Solitario	Insectívoro-Invertebrado	Buena	Inferior-Medio-Superior
16	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Buena	Superior
17	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	3	Residente	Común	Solitario	Carnívoro-Insectívoro	Buena	Inferior
18	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	8	Migratoria	Poco común	Solitario	Insectívoro-Carnívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
19	Passerellidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Arlequín	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	9	Migratoria	Común	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
20	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Residente	Común	Pareja	Omnívoro	Buena	Medio-Superior
21	Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	10	Migratoria	Común	Gregaria	Insectívoro-Granívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
22	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	3	Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
23	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	Carpintero mexicano	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Residente	Común	Pareja	Invertebrado	Buena	Medio-Superior
24	Emberizidae	<i>Pipilo chlorurus</i>	Rascador migratorio	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	2	Migratoria	Común	Gregaria	Insectívoro-Granívoro	Buena	Inferior-Medio



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
 “Huerto Solar Fotovoltaico Durango”



25	Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador pardo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	12	Residente	Común	Pareja	Insectívoro-Granívoro	Buena	Inferior-Medio
26	Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita azul	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	6	Migratoria	Común	Pareja	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
27	Emberizidae	<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	2	Migratoria	Común	Pareja	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior
28	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	9	Residente	Común	Gregaria	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
29	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	8	Residente	Común	Solitario	Insectívoro-Frugívoro	Buena	Medio-Superior
30	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de Rojo	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	5	Migratoria	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
31	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Salta pared roquero	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	2	Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Buena	Inferior-Medio
32	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	6	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Inferior-Medio
33	Passerellidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	32	Migratoria	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
34	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero occidental	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Residente	Común	Gregaria	Insectívoro-Granívoro-Frugívoro	Buena	Inferior-Medio
35	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	3	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Buena	Superior
36	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Salta pared de bewick	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	5	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
37	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	4	Residente	Común	Solitario	Frugívoro-Insectívoro-Invertebrado	Buena	Inferior-Medio-Superior
38	Parulidae	<i>Oreothlypis virginiae</i>	Chipe de virginia	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	2	Migratoria	Común	Solitario	Insectívoro	Buena	Medio-Superior
39	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	Sin Categoría	No endémica	No	No	Si	37	Residente	Abundante	Gregaria	Granívoro-Insectívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
40	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Sin Categoría	No endémica	Si	No	Si	22	Residente	Común	Gregaria	Granívoro-Frugívoro-Invertebrado	Buena	Inferior-Medio-Superior
41	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huihota	Sin Categoría	No endémica	Si	No	Si	19	Residente	Común	Pareja	Granívoro	Buena	Inferior-Medio-Superior
42	Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión de corona blanca	Sin Categoría	No endémica	No	No	No	4	Migratoria	Común	Gregaria	Insectívoro-Granívoro	Buena	Inferior-Medio

Herpetofauna

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr) Protección	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento	Valor cinético	Número de Individuos observados	Estacionalidad de las especies	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Condición de la Vegetación observada (Hábitat)	Distribución vertical
1	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel	(Pr) Protección	No endémica	No	Si	No	3	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Buena	Inferior

				especial											
2	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico de pansa azul	Sin Categoría	No endémica	No	Si	No	7	Residente	Común	Solitario	Insectívora	Buena	Inferior
3	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija escamosa	Sin Categoría	Endémica	No	Si	No	9	Residente	Común	Solitario	Insectívora	Buena	Inferior

CONSULTA PÚBLICA

La identificación de las especies se realizó *in-situ* mediante métodos directos como observaciones de los organismos y por métodos indirectos que se basan en la interpretación de los rastros que dejan los vertebrados durante sus actividades cotidianas como huellas, excretas, esqueletos, sitios de descanso, madrigueras, nidos, cantos, plumas, entre otros, para la totalidad de los grupos. La identificación también se realizó *ex-situ* por medio de fotografías y notas.

De acuerdo con las especies reportadas y catalogadas con categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SAR se observaron a las especies *Crotalus atrox* y *Buteo jamaicensis*, las cuales se clasifican en la categoría de protección especial (Pr).

Considerando los rasgos de distribución y desplazamiento de la fauna, en el SAR se identificaron áreas de importancia como sitios de congregación de especies de fauna como el AICA 75 Santiaguillo el cual se encuentra en la parte norte y occidente del SAR, la presa Peña del Águila en la parte sur, la laguna La Gringa en la parte sur-este, la Laguna Atascosa, Laguna Pachones, Laguna Bonanza en la parte oeste y la Laguna Seca al norte del SAR.

#### IV.2.1.2.3.4 Especies de importancia económica y cinegética

Para el aprovechamiento de la vida silvestre es necesario realizar estudios específicos bajo los lineamientos del Sistema de Unidades de Manejo Para la Conservación de la Vida Silvestre conforme lo establece el artículo 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley General de Vida Silvestre del año 2018 en su última reforma. Por lo anterior para cada predio que se quiera aprovechar alguna especie de fauna debe reglamentarse bajo los supuestos de la Ley General de Vida Silvestre.

En el predio en el que se localiza el proyecto no se cuenta con UMA’S registradas ante la SEMARNAT para el aprovechamiento de alguna especie de fauna silvestre. Las especies con valor cinegéticos de esta región son: *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y algunas especies de palomas de los géneros *Zenaida* y *Columba*.

#### IV.2.1.2.3.5 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

En la siguiente tabla se pueden apreciar las especies de fauna silvestre del primero muestreo que tienen algún tipo de endemismo, están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que son especies prioritarias para su conservación y las especies que tienen un lento desplazamiento.

Tabla IV-156. Endemismos y especies en peligro por el desarrollo del proyecto.

Mastofauna							
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento

1	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Sin Categoría	No endémica	No	No
2	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Sin Categoría	No endémica	Si	No
3	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Sin Categoría	No endémica	No	No
4	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Sin Categoría	No endémica	No	No
5	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre	Sin Categoría	No endémica	No	Si
6	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Sin Categoría	No endémica	No	Si
7	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Sin Categoría	Endémica	No	Si
8	Cricetidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón	Sin Categoría	Endémica	No	Si
9	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	Sin Categoría	No endémica	No	No
10	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	Sin Categoría	No endémica	No	Si
<b>Avifauna</b>							
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento
1	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Sin Categoría	No endémica	Si	No
2	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Sin Categoría	No endémica	Si	No
3	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Águila cola roja	Pr	No endémica	Si	No
<b>Herpetofauna</b>							
No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	Especies prioritarias para la conservación	Especies de lento desplazamiento
1	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel	(Pr) Protección especial	No endémica	No	Si
2	Teiidae	<i>Aspidozelis gularis</i>	Huico de pansa azul	Sin Categoría	No endémica	No	Si
3	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija escamosa	Sin Categoría	Endémica	No	Si

#### IV.2.1.2.3.6 Consideraciones biogeográficas

La distribución de la mayoría de las especies de mamíferos y aves está correlacionada con la variedad y abundancia de la vegetación, así como la estructura que ésta presente (MacArthur y MacArthur, 1961; Baker y Greer, 1962) la cual, depende ampliamente de los factores fisiográficos y climáticos.

#### IV.2.1.2.3.7 Rescate de fauna

La ornitofauna por su gran capacidad de movilidad no se vio afectada físicamente, sin embargo, los nidos que se llegasen a encontrar durante el término de la etapa constructiva, serán reubicados a un mínimo de 50 metros del área del proyecto.

La mastofauna reportada tiene una alta movilidad y dispersión en el área de estudio, por lo que son especies que pueden movilizarse lejos del área del proyecto de manera sencilla, por otro lado, es probable que las especies que no tienen una gran capacidad de desplazamiento, ya no se desplacen dentro del área del proyecto debido a los disturbios de diversa índole que causa el proyecto (por ejemplo la remoción de la vegetación), por lo que no encuentran tal zona como hábitat idóneo para desarrollarse. Al igual que con los nidos de las aves, si se llegase a registrar una madriguera en la cual se determine que exista un peligro potencial para la fauna o para los elementos que componen la infraestructura del proyecto, esta se debe revisar y reubicar a los individuos que ahí habitan, a 50 m como mínimo del área del proyecto.

El caso de la herpetofauna es particular, ya que en ella se pueden registrar especies que potencialmente mortales para el ser humano, por lo que se divide su rescate entre especies "inofensivas" o, mejor dicho, no venenosas y especies venenosas. En el caso de las especies venenosas, el manejo solo debe realizarse por personal perfectamente capacitado y con experiencia en ello. En caso de avistamiento de algún ejemplar (ya sea venenoso o no) se efectuará una colecta oportunista en el área del proyecto, utilizando técnicas adecuadas para cada grupo.

En el caso de la fase de operación, el equipo de monitoreo de fauna del parque es el responsable del rescate y reubicación de cualquier especie de fauna.

#### IV.2.1.2.3.8 Análisis de la biodiversidad para las especies de fauna dentro del área del SAR

Para la estimación de los diferentes índices de riqueza y diversidad para las especies de fauna en el área del SAR primeramente se estimaron las curvas de acumulación de especies generadas mediante la ecuación de Clench, así como métodos no paramétricos para los distintos grupos. Con estos datos se midió si el esfuerzo de muestro (sitios y/o transectos) es adecuado para la estimación de los diferentes indicadores. Es recomendable utilizar esta estimación cuando la intensidad de los muestreos cambia en el tiempo y deseamos conocer qué esfuerzo en tiempo mínimo necesitamos para obtener un número aceptable de especies dentro del SAR. Su expresión matemática es:

$$S_n = a \times n / (1 + b \times n)$$

donde  $S_n$  = Número esperado de especies,  $n$  = Número acumulativo de muestras y  $a, b$  = parámetros del modelo.

Para determinar la ecuación derivada de Clench (calidad del inventario) se realizó una matriz de datos que comprende el número de especies, esfuerzo de muestreo ( $n$  = Número de sitios Muestreados) dentro del SAR que es como se presenta en la Tabla IV-52 mismo que se introdujo en

el Software EstimateS 9.1.0 (2016) y en el Software STATISTICA 12, para el cálculo de los parámetros del siguiente modelo:

$$E(S) = \frac{a}{(1 + b*n)^2}$$

donde **E(S)** = Número esperado de especies, **n** = Número acumulativo de muestras y **a, b** = parámetros del modelo.

El modelo indica, que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más muestra se levante, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo la aumenta (Soberon y Llorente, 1993).

Para la primera visita a campo se realizaron 15 unidades de muestreo (Transectos) de longitudes variadas para los grupos faunísticos de mamíferos, anfibios y reptiles (Tabla IV-157).

Tabla IV-157. Coordenadas de los transectos realizados para mamíferos, anfibios y reptiles dentro del SAR. WGS84, Zona 13N.

Transecto	Inicio		Fin		Longitud
	UTM X	UTM Y	UTM X	UTM Y	
1	535255	2694923	535487	2695338	476
2	536744	2694590	537215	2694654	475
3	537400	2693447	537172	2693161	365
4	534622	2694453	535098	2694368	484
5	535464	2692619	535702	2693011	458
6	535633	2691862	535898	2691354	573
7	536237	2690404	536385	2690002	429
8	538695	2691116	538840	2690414	716
9	533575	2691261	532755	2691261	820
10	537947	2693916	538332	2693749	420
11	535082	2691990	534621	2691871	476
12	535038	2691212	534907	2690930	311
13	538548	2689618	538648	2689205	425
14	540117	2689184	540379	2688771	489
15	538922	2687660	538505	2687402	490

Por su parte, para las aves se realizaron 15 sitios de forma circular de 25 m de radio (Tabla IV-158).

Tabla IV-158. Coordenadas de los puntos de observación de aves dentro del SAR. WGS84, Zona 13N.



Sitio	UTMX	UTMY
1	535349	2695091
2	536932	2694615
3	537317	2693343
4	534988	2694387
5	535636	2692902
6	535788	2691565
7	536292	2690254
8	538763	2690785
9	533379	2691261
10	538167	2693820
11	534795	2691916
12	534977	2691080
13	538619	2689326
14	540153	2689127
15	538618	2687472

De los muestreos, los resultados obtenidos permitieron generar las siguientes matrices para posteriormente analizar los datos con el software EstimateS 9.1.0., como se muestra en la tabla IV-159.

Tabla IV-159. Matriz de datos para cada uno de los diferentes grupos de fauna presentes en el SAR.

		Mastofauna													
12	15														
1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
2	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0
8	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1
10	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
11	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
12	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0
		Avifauna													
42	15														
1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0
2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

3	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
5	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
6	3	5	0	4	0	4	3	0	5	2	6	0	2	6	7
7	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4	3	0	2	4	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0
12	4	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
13	7	0	0	4	0	6	0	0	0	4	0	3	0	5	0
14	0	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
16	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1
19	0	0	2	0	2	0	1	0	0	1	0	2	0	1	0
20	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0
22	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	2	0	4	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0
26	0	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
28	2	0	4	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1
30	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
32	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
33	6	4	0	0	2	0	7	0	0	5	4	3	1	0	0
34	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
35	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
36	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
37	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
38	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	4	10	0	0	0	0	0	12	0	0	8	0	3	0	0
40	0	0	6	0	4	3	0	0	5	0	0	0	0	4	0
41	1	0	0	0	0	4	0	0	0	7	5	0	0	0	2
42	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0

Herpetofauna

3	15													
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	0	1	0	1	1	0	2	0	1	0	1	0	1	1

Los resultados obtenidos a través de la Matriz de datos presentada en la Tabla anterior se procesaron en el programa EstimateS 9.1.0., introduciendo un número de aleatorización de 100. El resultado de este proceso se presenta en la Tabla IV-160 para cada grupo faunístico, mismos que fueron graficados tal y como se presenta en las Figuras IV-45, IV-46 y IV-47.

Tabla IV-160. Parámetros arrojados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos.

Mastofauna							
Muestreo	Riqueza	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Shannon Mean	Simpson Inv Mean
1	4.54	9.60	4.40	4.40	0.00	1.26	4.17
2	7.40	11.31	11.25	10.33	10.33	1.88	6.45
3	9.15	11.43	11.78	12.65	13.83	2.10	7.65
4	10.25	11.65	12.11	13.44	14.26	2.21	8.46
5	10.92	11.54	11.92	13.45	13.43	2.28	9.11
6	11.32	11.69	11.96	13.37	12.99	2.33	9.50
7	11.57	11.79	12.00	13.19	12.65	2.35	9.78
8	11.73	11.85	12.03	13.00	12.41	2.38	10.05
9	11.83	11.91	12.03	12.80	12.41	2.39	10.19
10	11.90	11.92	11.97	12.57	12.27	2.39	10.26
11	11.94	11.96	11.96	12.48	12.28	2.40	10.34
12	11.97	11.97	11.97	12.37	12.16	2.40	10.38
13	11.99	11.99	11.99	12.29	11.97	2.41	10.43
14	12.00	12.00	12.00	12.18	11.70	2.41	10.48
15	12.00	12.00	12.00	12.00	11.20	2.41	10.52
Avifauna							
Muestreo	Riqueza	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Shannon Mean	Simpson Inv Mean
1	13.74	16.79	13.39	13.39	0.00	2.27	9.33
2	23.07	28.63	48.27	33.03	33.03	2.82	15.00
3	29.38	35.83	46.61	43.50	48.65	3.08	18.64
4	33.78	38.31	45.33	47.38	52.05	3.21	20.88
5	36.78	40.21	44.26	48.59	50.78	3.31	23.09
6	38.79	41.37	44.11	48.73	48.80	3.37	24.87
7	40.11	41.68	42.74	47.28	44.60	3.42	26.16
8	40.95	41.81	42.41	46.31	42.36	3.45	27.01
9	41.46	42.01	42.24	44.89	39.86	3.49	28.60
10	41.76	42.07	42.30	44.29	39.82	3.51	29.35

11	41.91	42.02	42.12	43.28	38.86	3.54	30.39
12	41.98	42.02	42.05	42.68	38.92	3.55	30.87
13	42.00	42.00	42.01	42.18	39.37	3.57	31.67
14	42.00	42.00	42.00	42.00	40.39	3.58	32.18
15	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	3.61	33.30
Herpetofauna							
Muestreo	Riqueza	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Shannon Mean	Simpson Inv Mean
1	1.27	1.32	1.16	1.16	0.00	0.63	1.93
2	1.97	2.07	2.13	2.52	2.52	0.64	1.96
3	2.36	2.58	2.69	3.20	3.49	0.76	2.15
4	2.58	2.75	2.83	3.37	3.51	0.87	2.32
5	2.72	2.82	2.83	3.38	3.48	0.91	2.35
6	2.81	2.83	2.84	3.32	3.36	0.92	2.38
7	2.88	2.87	2.87	3.22	3.12	0.94	2.41
8	2.92	2.93	2.93	3.21	3.05	0.96	2.45
9	2.96	2.95	2.95	3.13	2.85	0.96	2.46
10	2.98	2.97	2.97	3.15	2.91	0.96	2.46
11	2.99	3.00	3.00	3.15	2.90	0.97	2.47
12	3.00	3.00	3.00	3.07	2.75	0.97	2.47
13	3.00	3.00	3.00	3.01	2.68	0.98	2.49
14	3.00	3.00	3.00	3.00	2.80	0.98	2.50
15	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.99	2.51

Como se puede observar en las gráficas siguientes, en los diferentes grupos de fauna (mastofauna, avifauna y herpetofauna) los resultados indican que el muestreo utilizado es adecuado para estimar los diferentes indicadores de riqueza y diversidad de las especies ecológicas presente dentro del área del SAR ya que los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma muy similar y presentan valores cercanos a los observados. Cuando estas curvas son asintóticas o tienden a descender, indican que se ha logrado un buen muestreo tal es nuestro caso.

En las Figuras IV-45, IV-46 y IV-47 se observa que las curvas de acumulación de especies representan un muestreo adecuado, dado que las curvas en su totalidad son asintóticas y los estimadores finalizan a la par o muy similares a los valores observados.

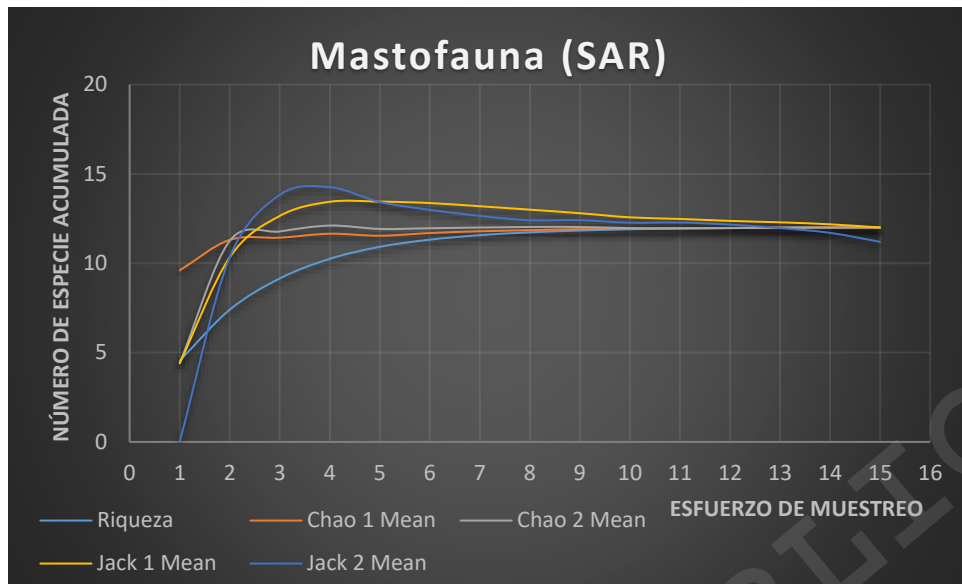


Figura IV-45. Curva de acumulación de especies para los mamíferos del SAR-

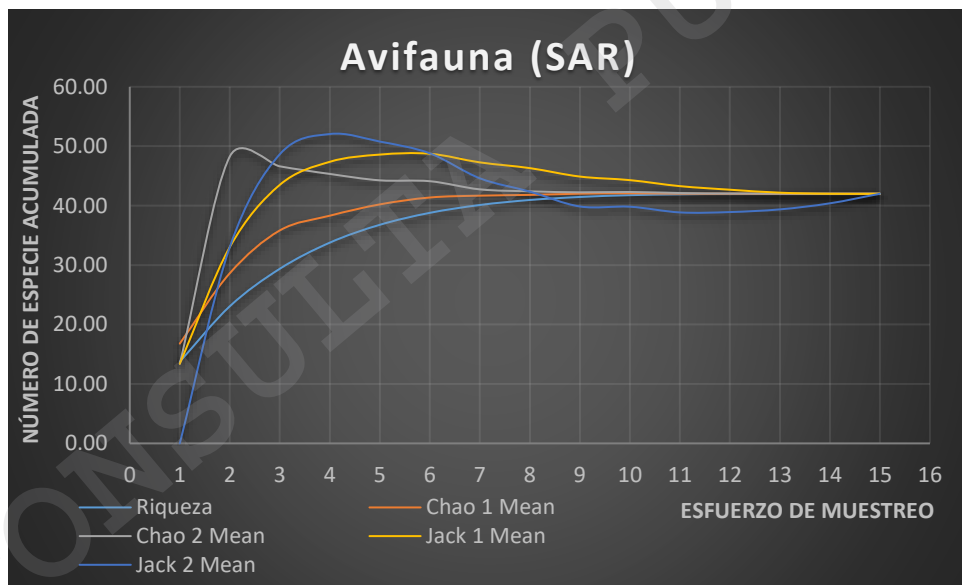


Figura IV-46. Curva de acumulación de especies para las aves del SAR.

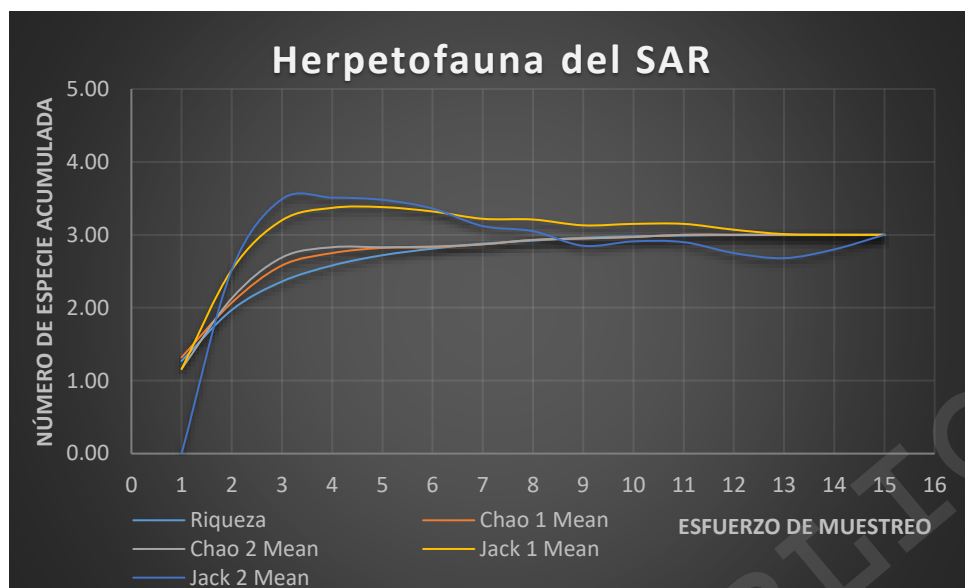


Figura IV-47. Curva de acumulación de especies para la herpetofauna registrada en el SAR.

Para la obtención de los parámetros de la ecuación de Clench para los grupos faunísticos se utilizó la primera columna (el número de muestras) y segunda columna (el número de especies promedio acumuladas) de la tabla de resultados generados por el programa EstimateS 9.1.0., estos resultados se exportaron al programa STATISTICA 12.0 donde se ajustó el modelo de Clench obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV-161. Parámetros arrojados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos.

Grupo	No. sitio	No. Especie observadas	Modelo	Parámetro	Valor Estimado	R <sup>2</sup>	Clench	Sobs/(a/b)	NS <sub>0.95</sub>	NE estimado	NE <sub>0.95</sub>
Mastofauna	15	12	a/(1+b*n) <sup>2</sup>	a	8.636863	0.970	0.080	0.8708	30	12.5	13.1
				b	0.626770						
Avifauna	15	42	a/(1+b*n) <sup>2</sup>	a	23.934610	0.973	0.345	0.8570	39	43.1	46.6
				b	0.488367						
Herpetofauna	15	3	a/(1+b*n) <sup>2</sup>	a	2.440604	0.981	0.017	0.8879	26	3.1	3.2
				b	0.722304						

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R<sup>2</sup> para los diferentes grupos faunísticos podemos concluir que el ajuste del modelo es bueno ya que estos valores describen a los grupos faunísticos de un del 97 al 98%.

Con los resultados obtenidos se evaluó la calidad del inventario realizado en el área del SAR calculando la pendiente al final de la curva para los diferentes grupos faunísticos, donde se observa que se ha logrado un inventario bastante completo y confiable ya que las pendientes son del 0.8.



Para la fauna del SAR, se ha concluido que se ha logrado un inventario completo y confiable. No obstante, con la proporción de la fauna registrada también nos damos la idea de la calidad del inventario encontrando que para los mamíferos la calidad del inventario es del 87.08%, para las aves la calidad del inventario es del 85.70% y para los anfibios y reptiles la calidad del inventario se estima en el 88.79%.

El esfuerzo de muestreo necesario si quisiéramos registrar el 95% de los mamíferos del área del SAR cuyo resultado para este grupo es de 30 transectos de muestreo en donde se estima encontrar 13.1 especies, es decir deberíamos de llevar a cabo 15 unidades de esfuerzo más para aumentar el número de especie solo en un 9.17%, esto resultados nos indican que de las 12 especies de mamíferos observados en el inventario solo aumentaría 1.1 especies, razón por la cual este esfuerzo de muestreo no resulta viable en cuanto a los recursos humanos, económicos y en tiempo ya que los resultados no compensan tal esfuerzo.

Para registrar el 95% de especies de fauna en el grupo de las aves del SAR se tendrían que realizar 39 sitios de muestreos con lo que se estima encontrar 46.6 especies, es decir, deberíamos de llevar a cabo 24 unidades de esfuerzo más para aumentar el número solo en un 10.95% lo que hace incosteable en cuanto al tiempo, recursos económicos y humanos ya que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo.

Finalmente, para los anfibios y reptiles se tendría que realizar 26 sitios de muestreos para registrar el 95% de especies en el SAR con lo que se estima encontrar 3.2 especies, teniendo que realizar 11 unidades de esfuerzo de muestreo más para aumentar un 6.67%, en otras palabras, de las tres especies solo aumentaría 0.2 especies, con esta situación se hace incosteable el inventario ya que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo.

En conclusión, podemos decir que los esfuerzos de muestreos realizados para cada grupo faunístico del SAR es el adecuado para las estimaciones de los diversos indicadores de biodiversidad (índice de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef, Menhinick, los valores de equidad y dominancia).

Para determinar los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson, así como la riqueza de especies e índices de riqueza de Menhinick y Margalef, los valores de equidad y dominancia en el área del SAR se realizó un inventario de la diversidad biológica utilizando 15 transectos para los mamíferos, anfibios y reptiles. Mientras que para las aves se realizaron 15 sitios de forma circular de 25 m de radio.

Con base en el inventario faunístico realizado en el SAR la riqueza específica en los grupos faunístico es la siguiente: la mastofauna posee una riqueza específica de 12 especies, la avifauna cuenta con

una riqueza específica de 42 especies y la herpetofauna presenta una riqueza específica de 3 especies.

Los resultados obtenidos para los grupos faunísticos del área del SAR en relación al índice de Shannon-Wiener son los siguientes: para el grupo faunístico de los mamíferos el valor de este índice es de 2.419, para el grupo faunístico de las aves es de 3.333 y para el grupo de los anfibios y reptiles se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 1.013. El índice de Shannon-Wiener, en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en esta ocasión en el SAR para el grupo de los mamíferos se puede considerar que existe una diversidad de especie media, para el grupo faunístico de las aves la diversidad de especie es alta y para el grupo faunístico de anfibios y reptiles la diversidad de especie se considera baja.

De acuerdo a los valores obtenidos en el índice de equidad de Pielou e índice de dominancia de Berger-Parker en los grupos faunísticos nos damos cuenta la mayoría de las especies en el área del SAR son igualmente abundantes ya que los valores de estos índices son cercanos a la unidad y cercanos a cero respectivamente, por lo que se puede afirmar que la presencia de especies en estos grupos es equilibrada razón por lo que de acuerdo al índice de Simpson que está basado en la dominancia existen altas probabilidades de seleccionar o encontrar al azar dos individuos que pertenezcan a especies diferentes. En este sentido, la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos que pertenezcan a especies diferentes en el grupo de los mamíferos es del 90.6%, en el grupo de las aves es del 95.0% y para el grupo de los anfibios y reptiles es del 61.5%.

En cuanto a los índices de riqueza de Menhinick y Margalef se obtuvo un valor de 1.477 y 2.626 para el grupo de los mamíferos, para el grupo de las aves es de 2.103 y 6.846 y para el grupo de los anfibios y reptiles es de 0.688 y 0.679 respectivamente, lo que indica que, para el grupo de los mamíferos, existe una riqueza de especie media, para el grupo de las aves existe una riqueza de especie alta, mientras que para el grupo de anfibios y reptiles la riqueza de especie es baja. Los resultados de los diversos indicadores estimados para el área del SAR en relación con la fauna se presentan en la Tabla IV-162.

Tabla IV-162. índices de riqueza y diversidad, así como el índice de equidad y dominancia para los grupos faunísticos en el SAR.

Mastofauna								
No .	Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa $P_i = n_i/N$	Índice de Shannon-Wiener		Índice Simpson $P_i^2$	Menhinick	Margalef
				$\ln(p_i)$	$p_i \ln(p_i)$			
1	<i>Canis latrans</i>	6	0.091	-2.398	-0.218	0.0083	4.899	6.139
2	<i>Mephitis macroura</i>	7	0.106	-2.244	-0.238	0.0112	4.536	5.653
3	<i>Odocoileus</i>	2	0.030	-3.497	-0.106	0.0009	8.485	15.870

	<i>virginianus</i>							
4	<i>Didelphis virginiana</i>	4	0.061	-2.803	-0.170	0.0037	6.000	7.935
5	<i>Procyon lotor</i>	5	0.076	-2.580	-0.195	0.0057	5.367	6.835
6	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	0.061	-2.803	-0.170	0.0037	6.000	7.935
7	<i>Lepus californicus</i>	6	0.091	-2.398	-0.218	0.0083	4.899	6.139
8	<i>Sylvilagus floridanus</i>	8	0.121	-2.110	-0.256	0.0147	4.243	5.290
9	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	5	0.076	-2.580	-0.195	0.0057	5.367	6.835
10	<i>Peromyscus difficilis</i>	8	0.121	-2.110	-0.256	0.0147	4.243	5.290
11	<i>Lynx rufus</i>	3	0.045	-3.091	-0.141	0.0021	6.928	10.013
12	<i>Otospermophilus variegatus</i>	8	0.121	-2.110	-0.256	0.0147	4.243	5.290
12		66	1.000	<b>H' Calculada</b>	<b>2.419</b>	0.0937	<b>1.477</b>	<b>2.626</b>
				<b>Riqueza</b>	<b>12.000</b>	<b>Simpson</b>		
				<b>H' Calculada</b>	<b>2.419</b>	<b>0.906</b>		
				<b>H' Máxima= ln S=</b>	<b>2.485</b>			
				<b>Equidad J = H'/H' max=</b>	<b>0.973</b>			
			<b>Dominancia</b>	8	<b>0.121</b>			
<b>Avifauna</b>								
No .	Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa Pi=ni/N	Índice de Shannon-Wiener		Índice Simpson Pi²	Menhinick	Margalef
				ln(pi)	pi(ln(pi))			
1	<i>Amphispiza bilineata</i>	5	0.013	-4.380	-0.055	0.0002	18.783	25.475
2	<i>Peucaea cassinii</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
3	<i>Auriparus flaviceps</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
4	<i>Circus cyaneus</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
5	<i>Buteo jamaicensis</i>	5	0.013	-4.380	-0.055	0.0002	18.783	25.475
6	<i>Callipepla squamata</i>	47	0.118	-2.139	-0.252	0.0139	6.126	10.649
7	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	7	0.018	-4.043	-0.071	0.0003	15.875	21.070
8	<i>Caracara cheriway</i>	7	0.018	-4.043	-0.071	0.0003	15.875	21.070
9	<i>Cardinalis sinuatus</i>	2	0.005	-5.296	-0.027	0.0000	29.698	59.150
10	<i>Spinus psaltria</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
11	<i>Haemorhous mexicanus</i>	21	0.053	-2.944	-0.155	0.0028	9.165	13.467
12	<i>Cathartes aura</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
13	<i>Columbina inca</i>	29	0.073	-2.622	-0.191	0.0053	7.799	12.176
14	<i>Corvus corax</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
15	<i>Empidonax wrightii</i>	3	0.008	-4.890	-0.037	0.0001	24.249	37.320

16	<i>Falco sparverius</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
17	<i>Geococcyx californianus</i>	3	0.008	-4.890	-0.037	0.0001	24.249	37.320
18	<i>Lanius ludovicianus</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
19	<i>Chondestes grammacus</i>	9	0.023	-3.792	-0.086	0.0005	14.000	18.660
20	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
21	<i>Melospiza lincolni</i>	10	0.025	-3.686	-0.092	0.0006	13.282	17.806
22	<i>Myiarchus cinerascens</i>	3	0.008	-4.890	-0.037	0.0001	24.249	37.320
23	<i>Dryobates scalaris</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
24	<i>Pipilo chlorurus</i>	2	0.005	-5.296	-0.027	0.0000	29.698	59.150
25	<i>Pipilo fuscus</i>	12	0.030	-3.504	-0.105	0.0009	12.124	16.500
26	<i>Polioptila caerulea</i>	6	0.015	-4.197	-0.063	0.0002	17.146	22.883
27	<i>Pooecetes gramineus</i>	2	0.005	-5.296	-0.027	0.0000	29.698	59.150
28	<i>Psaltriparus minimus</i>	9	0.023	-3.792	-0.086	0.0005	14.000	18.660
29	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	8	0.020	-3.910	-0.078	0.0004	14.849	19.717
30	<i>Regulus calendula</i>	5	0.013	-4.380	-0.055	0.0002	18.783	25.475
31	<i>Salpinctes obsoletus</i>	2	0.005	-5.296	-0.027	0.0000	29.698	59.150
32	<i>Sayornis saya</i>	6	0.015	-4.197	-0.063	0.0002	17.146	22.883
33	<i>Spizella pallida</i>	32	0.080	-2.523	-0.202	0.0064	7.425	11.830
34	<i>Sturnella neglecta</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
35	<i>Tyto alba</i>	3	0.008	-4.890	-0.037	0.0001	24.249	37.320
36	<i>Thryomanes bewickii</i>	5	0.013	-4.380	-0.055	0.0002	18.783	25.475
37	<i>Toxostoma curvirostre</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
38	<i>Oreothlypis virginiae</i>	2	0.005	-5.296	-0.027	0.0000	29.698	59.150
39	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	37	0.093	-2.378	-0.221	0.0086	6.905	11.354
40	<i>Zenaida asiatica</i>	22	0.055	-2.898	-0.160	0.0030	8.954	13.264
41	<i>Zenaida macroura</i>	19	0.048	-3.045	-0.145	0.0023	9.635	13.925
42	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	4	0.010	-4.603	-0.046	0.0001	21.000	29.575
42		399	1.000	<b>H' Calculada</b>	<b>3.333</b>	0.050	<b>2.103</b>	<b>6.846</b>
				<b>Riqueza</b>	<b>42.000</b>	<b>Simpson</b>		
				<b>H' Calculada</b>	<b>3.333</b>	<b>0.950</b>		
				<b>H' Máxima= ln S=</b>	<b>3.738</b>			
				<b>Equidad J = H'/H'max=</b>	<b>0.892</b>			

		Dominancia		47	0.118			
Herpetofauna								
No .	Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa Pi=ni/N	Índice de Shannon-Wiener		Índice Simpson	Menhinick	Margalef
				ln(pi)	pi(ln(pi))	Pi <sup>2</sup>		
1	<i>Crotalus atrox</i>	3	0.158	-1.846	-0.291	0.0249	1.732	1.820
2	<i>Aspidoscelis gularis</i>	7	0.368	-0.999	-0.368	0.1357	1.134	1.028
3	<i>Sceloporus scalaris</i>	9	0.474	-0.747	-0.354	0.2244	1.000	0.910
3		19	1.000	H' Calculada	1.013	0.385	0.688	0.679
				Riqueza	3.000	Simpson		
				H' Calculada	1.013	0.615		
				H' Máxima= ln S=	1.099			
				Equidad J = H'/H'max=	0.922			
			Dominancia	9	0.474			

#### IV.2.1.2.4 Fauna silvestre en el área del proyecto

##### IV.2.1.2.4.1 Muestreo de vertebrados.

El muestreo de fauna silvestre en el proyecto se realizó de la misma manera que el muestreo en el SAR para la caracterización de vertebrados terrestres, haciendo uso de las mismas metodologías, técnicas e instrumentos, así como de la bibliografía especializada.

En el muestreo efectuado dentro del polígono del proyecto, se registraron 18 especies de vertebrados en el trayecto de cinco unidades de muestreo de 250 metros de largo por 20 metros de ancho. El listado de las especies registradas se muestra a continuación.

Tabla IV-163. Listado de fauna registrada durante el muestreo en las áreas del proyecto.

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>Sceloporus slevini</i>	Cachora
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja
		Accipitridae	<i>Geranoaetus</i>	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca
		Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura
	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común
	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino
				<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
	Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus</i>	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común
				<i>Melospiza</i>	<i>Melospiza lincolni</i>
Emberizidae		<i>Passerculus</i>	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión Sabanero	

			<i>Pooecetes</i>	<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión Cola Blanca
		Icteridae	<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café
			<i>Euphagus</i>	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo Ojos Amarillos
			<i>Sturnella</i>	<i>Sturnella magna</i>	Playero Tortilla Con Chile
		Lanidae	<i>Lanius</i>	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano
		Tyrannidae	<i>Pyrocephalus</i>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito
			<i>Sayornis</i>	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote

- A. La estacionalidad de las especies.
- B. Abundancia.
- C. Sociabilidad.
- D. Alimentación.
- E. Hábitat.
- F. Distribución vertical.

Los resultados de la caracterización de acuerdo a los seis criterios antes mencionados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV-164. Listado de fauna registrada durante el muestreo en el área del proyecto.

No.	Familia	Nombre científico	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
1	Canidae	<i>Canis latrans</i>	R	Poco Común	Solitario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo
2	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	R	Poco Común	Solitario	Carnívoro	Pastizal Inducido	Arbóreo
3	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	R	Poco Común	Solitario	Carnívoro	Matorral Crasicaule	Arbóreo
4	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	R	Común	Solitario	Carroñero	Pastizal Inducido	Arbóreo
5	Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	R	Ocasional	Pareja	Insectívoro	Matorral Crasicaule	Herbáceo-Arbustivo
6	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	R	Poco Común	Solitario	Carnívoro	Pastizal Inducido	Arbóreo
7	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	R	Poco Común	Solitario	Insectívoro	Matorral Crasicaule	Arbóreo
8	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	R	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Pastizal Inducido	Arbóreo
9	Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	MI	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Matorral Crasicaule	Herbáceo-Arbustivo
10	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	R	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
11	Emberizidae	<i>Pooecetes gramineus</i>	MI	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
12	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	R	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
13	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	MI	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo



14	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	R	Ocasional	Gregario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
15	Lanidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	R	Ocasional	Solitario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
16	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	Ocasional	Solitario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo
17	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	MI	Ocasional	Solitario	Insectívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo
18	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus slevini</i>	R	Poco Común	Gregario	Omnívoro	Pastizal Inducido	Herbáceo-Arbustivo

De acuerdo a la estacionalidad de las especies, se encontró que todos los reptiles y mamíferos registrados son de carácter residente. Por otro lado, de las 16 especies de aves, el 75% son residentes y el 25% son migratorias.

Con respecto al criterio de abundancia, se utilizaron cinco categorías, Abundante, Común, Poco Común Rara y Ocasional sin embargo para el proyecto solo se registraron tres categorías: el 5.5 % de las especies entran dentro de la categoría de Común, seguidas de las Poco comunes con un 33.33% y por último las especies Ocasionales son las más abundantes con el 61.1%

Con base en las categorías de sociabilidad, el 55.55% son especies solitarias, mientras que el 38.88% son especies gregarias y solo el 5.55% se encuentran en pareja.

Con base en la alimentación de cada una de las especies registradas dentro el polígono del proyecto se encontró que la comunidad de vertebrados está representada por cuatro categorías. La mayoría de las especies (66.66%) son Insectívoras, seguidas de las especies Carnívoras (16.66%), en tercer lugar, Omnívora con el 11.11%. y la menos abundantes fueron las especies carroñeras con un 5.55%.

Se registraron dos categorías de hábitat, el cual se divide de la siguiente manera: el 77.77% del total de especies se encontraron en Pastizal Inducido y le siguen con el 22.22% las que prefieren el Matorral Crasicaule.

Por último, tomando en cuenta el criterio de Distribución vertical, los vertebrados registrados dentro del polígono del proyecto se encuentran mejor representados por aquellos que se desarrollan en el estrato Herbáceo-Arbustivo con el 55.55%, seguido de los que desarrollan sus actividades en el estrato Arbóreo con el 33.33%. En último lugar se encuentran las especies que hacen uso del estrato herbáceo con el 11.11%.

#### IV.2.1.2.4.2 Especies de importancia económica y cinegética

Con base en los registros obtenidos en el muestreo para la caracterización de las áreas de regularización dentro del polígono que delimita el proyecto, solo la Huilota común *Zenaida macroura* es la única especie con importancia cinegética.

#### IV.2.1.2.4.3 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

Cabe destacar que, de las 18 especies registradas en el área del proyecto, ninguna tiene un grado de endemismo para México. Por otro lado, en las siguientes tablas se muestra el estatus de riesgo de acuerdo a la Modificación al Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Red List de la IUCN y los apéndices de la Convención internacional de comercio de especies en peligro de flora y fauna silvestre (CITES), para las especies registradas durante el muestreo de las áreas sujetas a regularización dentro del polígono del proyecto.

Tabla IV-165. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de los vertebrados registrados durante el muestreo en el área del proyecto.

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM
1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	Pr
2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	Pr
3	Aves	Falconiforme	Falconidae	Falco	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Pr

Tabla IV-166. Estatus en Red List de la IUCN de los vertebrados registrados durante el muestreo en el área del proyecto.

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	IUCN
1	Aves	Passeriformes	Lanidae	Lanius	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	NT

Tabla IV-167. Estatus en la CITES de los vertebrados registrados durante el muestreo en el área del proyecto.

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	CITES
1	Ave	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	II
2	Ave	Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	II
3	Ave	Falconiformes	Falconidae	Falco	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	I
4	Ave	Falconiformes	Falconidae	Falco	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	II

#### IV.2.1.2.4.4 Análisis de la biodiversidad para las especies de fauna dentro de las áreas consideradas para el proyecto

Los datos obtenidos en campo fueron procesados y se obtuvo la diversidad y la equidad de especies se estimó mediante los índices de Margalef, de Shannon-Wiener y de Simpson. Estos índices fueron obtenidos con el programa Past3 (Hammer *et al.*, 2001).

Sobre los índices obtenidos, de acuerdo con Moreno (2001), el índice de Margalef es un índice de riqueza específica, mientras que el índice de Simpson es un índice de dominancia y el índice de Shannon-Wiener representa equidad. El índice de Simpson, en particular, es un estimador no paramétrico, pues no asume distribución de los datos ni los ajusta a un modelo determinado (Colwell y Coddington, 1994; Colwell, 2013; Moreno, 2001); este índice de diversidad estima la

riqueza total de especies, incluyendo aquellas que no fueron observada en las unidades de muestreo (Colwell, 2013). Los resultados para cada una de las clases de vertebrados y de manera general se muestran a continuación.

#### **Índice de abundancia relativa (IART)**

El índice de abundancia relativa (IART) o abundancia proporcional (Moreno, 2001) se define como:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

En donde  $p_i$  es la abundancia relativa,  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es el número total de individuos.

#### **Índice de diversidad de Margalef ( $D_{mg}$ )**

El índice de diversidad de Margalef ( $D_{mg}$ ) transforma el número de especies por muestra en una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno, 2001); y aunque depende fuertemente del esfuerzo de muestreo, es un índice intuitivamente significativo y puede jugar un rol útil en la investigación de diversidad biológica (Magurran, 2004). Se define como:

$$D_{MG} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

En donde  $S$  es el número de especies y  $N$  es el número total de individuos.

#### **Índice de Shannon-Wiener**

El índice de Shannon-Wiener se basa en el razonamiento, bajo el cual, la diversidad (o información) en un sistema natural puede ser medida, de una manera similar, como la información contenida en un mensaje o en un código (Magurran, 2004). Se define como:

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \ln \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

En donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $N$  es el número total de individuos.

#### **Índice de Simpson**

El índice de Simpson ( $D$ ), una de las medidas más significativas y robustas de diversidad disponibles (Magurran, 2004); es un índice de dominancia influenciado por las especies más dominantes (Moreno, 2001) que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una

muestra sean de la misma especie también provee una buena estimación de diversidad para muestras relativamente pequeñas y puede expresar la diversidad cuando se presenta de la forma 1- D (Magurran, 2004), el índice de Simpson se define como:

$$D = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Mientras que el índice de diversidad de Simpson, según Krebs (1985), es:

$$1 - D = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

En donde  $n_i$  es el número de individuos (o frecuencia) de la especie  $i$  y  $N$  es el número total de individuos en la muestra.

#### **Curva de Acumulación de especies**

De acuerdo con Villareal *et al.*, (2004) una curva de acumulación de especies es una herramienta que se emplea para calcular el número de especies esperadas a partir de un muestreo; su aplicación resulta de gran interés e importancia al momento de realizar estimaciones de la diversidad alfa de una determinada zona de muestreo, considerando que al basarse en el concepto de muestreo únicamente es posible realizar aproximaciones, aproximaciones basadas en la probabilidad que tienen los diferentes individuos pertenecientes a cualquiera de las posibles especies. Escalante (2003) explica que las curvas de acumulación de especies muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota.

Los siguientes beneficios del uso de curvas de acumulación de especies son mencionados por Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- 1) Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- 2) Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- 3) Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Existen diferentes estimadores para el cálculo de especies (González-Oreja *et al.*, 2010; Villareal *et al.*, 2004), dentro de los cuales es común usar los de la serie Chao, que consiste en métodos no

paramétricos, los cuales se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado (Villareal *et al*, 2004).

Chao 1: se utiliza cuando se tienen datos de abundancia, es de los más rigurosos.

Chao 2: estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Para los cálculos se utilizó el programa de uso libre EstimateS 9.1.0, elaborado por Robert K. Colwell en 1997, se calcularon los estimadores Chao 1 y Chao 2.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la biodiversidad para las especies de vertebrados terrestres registrados durante el muestreo en el área del proyecto. Se calculó el índice de Abundancia Relativa (IART) para cada una de las especies de fauna silvestre, teniendo en cuenta la separación por cada una de las tres clases registradas.

Tabla IV-168. Índice de abundancia relativa por clase de los vertebrados registrados durante el muestreo en el área del proyecto.

Especie	ni	pi	IART
<b>Reptilia</b>			
<i>Sceloporus slevini</i>	1	1	100
<b>Mammalia</b>			
<i>Canis latrans</i>	4	1	100
<b>Aves</b>			
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	24	0.279069767	27.9069767
<i>Melospiza lincolni</i>	12	0.139534884	13.9534884
<i>Zenaida macroura</i>	10	0.11627907	11.627907
<i>Cathartes aura</i>	6	0.069767442	6.97674419
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	6	0.069767442	6.97674419
<i>Lanius ludovicianus</i>	6	0.069767442	6.97674419
<i>Sayornis saya</i>	6	0.069767442	6.97674419
<i>Molothrus ater</i>	5	0.058139535	5.81395349
<i>Corvus corax</i>	2	0.023255814	2.3255814
<i>Passerculus sandwichensis</i>	2	0.023255814	2.3255814
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	0.023255814	2.3255814
<i>Falco peregrinus</i>	1	0.011627907	1.1627907
<i>Falco sparverius</i>	1	0.011627907	1.1627907
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.011627907	1.1627907
<i>Poocetes gramineus</i>	1	0.011627907	1.1627907
<i>Sturnella magna</i>	1	0.011627907	1.1627907

Tabla IV-169. Índices de biodiversidad calculados para cada clase de acuerdo con los registros del muestreo en el área del proyecto.

Índice	Valor
<b>Reptilia</b>	
Número de especies (S)	1
Número total de individuos (N)	1
índice de dominancia de Simpson (D)	1
Diversidad de Simpson (1-D)	0
índice de Shannon-Wiener (H')	0
H' Max	0
índice de diversidad de Margalef (D <sub>mg</sub> )	0
<b>Mammalia</b>	
Número de especies (S)	1
Número total de individuos (N)	4
índice de dominancia de Simpson (D)	1
Diversidad de Simpson (1-D)	0
índice de Shannon-Wiener (H')	0
H' Max	0
índice de diversidad de Margalef (D <sub>mg</sub> )	0
<b>Aves</b>	
Número de especies (S)	16
Número total de individuos (N)	86
índice de dominancia de Simpson (D)	0.136
Diversidad de Simpson (1-D)	0.864
índice de Shannon-Wiener (H')	2.311
H' Max	2.772
índice de diversidad de Margalef (D <sub>mg</sub> )	3.367

En cuanto al índice de dominancia de Simpson (D), se observa una dominancia única con un valor de 1; el índice de Diversidad de Simpson muestra la diversidad un valor de 0 por lo que es una diversidad nula por solo ser una única especie; El índice de Shannon muestra una equitatividad con valor de 0 esto indica que es nula por la misma razón, ya que la comunidad de reptiles solo se encuentra representada por una sola especie. Por último, el índice de Margalef demuestra que la diversidad con valores menores a 2 tiene una baja diversidad esto al ser un valor de 0 indica que no hay diversidad por solo ser una única especie.

De igual modo que para la clase Reptilia, la comunidad de mamíferos en el polígono del proyecto solo se encontró representada por una sola especie, por lo que el índice de dominancia de Simpson (D) presenta una dominancia única con un valor de 1; mientras que el índice de Diversidad de Simpson muestra la diversidad un valor de 0 por lo que es una diversidad nula por solo ser una única especie. El índice de Shannon muestra una equitatividad con valor de 0 esto indica que es nula. Por último, el índice de Margalef demuestra que la diversidad con valores menores a 2 tiene una baja diversidad esto al ser un valor de 0 indica que no hay diversidad por solo ser una única especie.



A diferencia de las otras dos clases registradas durante los recorridos en campo, la clase aves registró más de una sola especie, por lo que en la siguiente tabla se muestra el resultado de los índices de diversidad calculados. El índice de Dominancia de Simpson (D) muestra valores muy bajos 0.136 para el polígono del proyecto, esto se demuestra con lo obtenido por el índice de Diversidad de Simpson (1-D) con un valor de 0.864 El índice de Shannon muestra el sitio de muestreo presenta equitatividad 2.3311, Para finalizar, el índice de Margalef es medianamente diverso ya que su valor es mayor de 2 (baja diversidad) y menor de 5 (alta diversidad) correspondiente con un valor de 3.367

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de los índices de biodiversidad para las tres clases de vertebrados registradas en conjunto (Reptilia, Mammalia, Aves) del muestro de fauna silvestre en el área del proyecto.

Tabla IV-170. Índices de biodiversidad calculados de manera conjunta entre todas las clases de acuerdo con los registros del muestreo en el área del proyecto.

índice	Valores
Número de especies (S)	18
Número total de individuos (N)	91
índice de dominancia de Simpson (D)	0.1235
Diversidad de Simpson (1-D)	0.8765
índice de Shannon-Wiener (H')	2.424
H' Max	2.890
índice de diversidad de Margalef (D <sub>mg</sub> )	3.769

De manera general, tomando en cuenta las tres clases de vertebrados terrestres registrados durante los muestreos en campo, se puede observar que el índice de Dominancia de Simpson (D) muestra valores muy bajos 0.1235 para el polígono del proyecto, esto se demuestra con lo obtenido por el índice de Diversidad de Simpson (1-D) con un valor de 0.8765. El índice de Shannon muestra el sitio de muestreo presenta una equitatividad de especies de 2.424, Para finalizar, el índice de Margalef es medianamente diverso ya que su valor es mayor de 2 (baja diversidad) y menor de 5 (alta diversidad) correspondiente con un valor de 3.769.

#### Curva de acumulación de especies

Para comprobar que los transectos efectuados son suficientes para conocer la riqueza de especies en el muestreo, se realizó una curva de acumulación de especies de manera general (para las tres clases de vertebrados en conjunto).

En la siguiente tabla se compara el número de especies registradas durante el muestreo, las especies estimadas y el porcentaje de eficiencia del muestreo en el polígono del proyecto. De acuerdo con el estimador Chao 1 el esfuerzo de muestreo realizado en el polígono, demuestra una eficiencia de

muestreo del 82.91%, sin embargo, al utilizar Chao 2 la eficiencia fue a 70.58%, lo que evidencia porcentajes de efectividad suficientes, puesto que ambos superan el 70% mínimo requerido.

Tabla IV-171. Número de especies observadas y estimadas de acuerdo a los estimadores Chao 1 y 2 para los muestreos realizados en el área del proyecto.

Especies observadas (S)	Especies esperadas	
	Chao 1	Chao 2
18	21.71	25.5
	82.91%	70.58%

En la siguiente figura se muestra la curva de acumulación para el proyecto, puede observarse como para el estimador Chao 1, se comienza a alcanzar la asíntota.

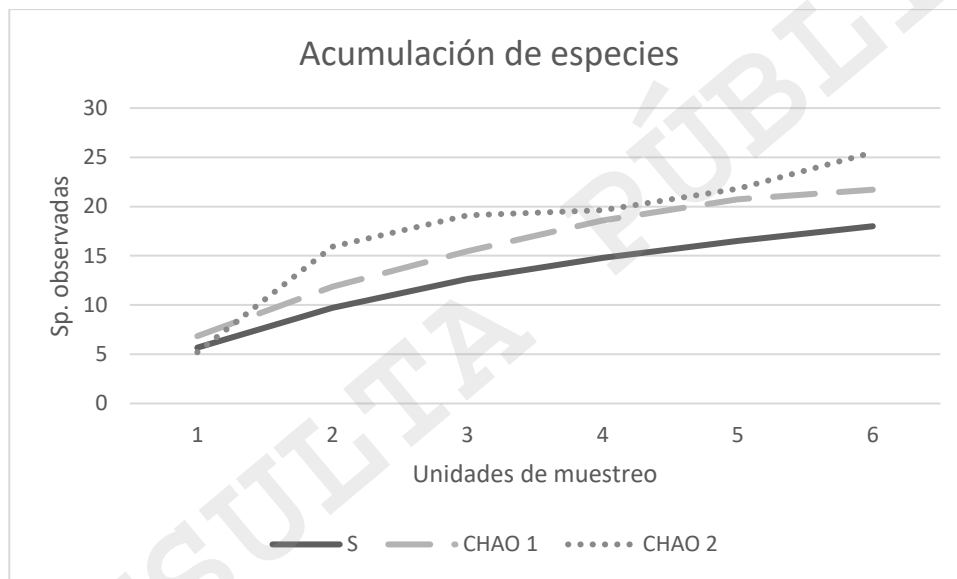


Figura IV-48. Curva de acumulación de especies del muestreo en el área del proyecto.

Con lo anterior puede evidenciarse que los transectos fueron suficientes para conocer la diversidad de vertebrados en el muestreo de vertebrados en el proyecto.

#### IV.2.1.3 Medio socioeconómico

El municipio de Canatlán, donde se establecerá el proyecto, es el municipio número 001 del estado de Durango de los 39 municipios que lo conforman, por lo que a continuación se describirán los aspectos socioeconómicos del área de estudio (proyecto).

##### IV.2.1.3.1 Demografía

El estado de Durango cuenta con un total de 1'754,754 habitantes, de los cuales 31 401 habitantes son del municipio de Canatlán, Dgo. (SCIM Cedula de información Municipal, 2017) representando

el 1.78 % de la población del estado, en una superficie de 3499.557 km<sup>2</sup>, con una densidad de población de 8,97 habitantes/km<sup>2</sup>. El municipio colinda al norte con los municipios de Nuevo Ideal, Coneto de Comonfort y San Juan del Río; al este con los municipios de San Juan del Río, Pánuco de Coronado y Durango; al sur con los municipios de Durango y San Dimas; al oeste con los municipios de San Dimas, Santiago Papasquiario y Nuevo Ideal. La distribución de la población por tamaño de localidad hasta el 2010 se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV-172. Distribución de la población por tamaño de la localidad.

Tamaño de Localidad (No de Habitantes)	Población	% de Población	No. De Localidades	% de Localidades
Menos de 100	1281	4.08	115	76.16
100 a 499	4866	15.5	21	13.91
500 a 1, 499	12040	38.34	13	8.61
1500 a 2,499	1719	5.47	1	0.66
2500a 4,999	0	0	0	0
5000 a 9,999	0	0	0	0
10000 y más	11495	36.61	1	0.66
<b>Total</b>	<b>31,401</b>	<b>100</b>	<b>151</b>	<b>100</b>

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Los principales centros de población del municipio son: Canatlán (cabecera municipal) con una población de 11,495, José Guadalupe Aguilera (Santa Lucia) con 1,719, Ricardo Flores Magón con 1,467, San José de Gracia con 1,256, Venustiano Carranza con 1,259 y el resto en las pequeñas localidades en las que se **encuentran Colonia Anáhuac (Palo Blanco) con 897 habitantes y Cerro Gordo 389 habitantes** las cuales son beneficiadas directa e indirecta a través de la generación de empleo temporales con la instalación del huerto solar fotovoltaico.

Tabla IV-173. Poblados que se benefician con el desarrollo del proyecto.

Municipio	Localidad	Nombre	Población Total	Hombres	Mujeres	Edades					
						0-2	3>	5>	12>	15>	18>
Canatlán	0000	Total del Municipio	31401	15633	15768	172	2966	2849	2425	2234	2044
						2	1	7	6	5	1
Canatlán	0004	Colonia Anáhuac (Palo Blanco)	897	447	450	57	840	806	690	631	581
Canatlán	0028	Cerro Gordo	389	194	195	23	366	348	276	258	231
Canatlán	0045	José Guadalupe Aguilera (La Granja)	324	261	63	4	320	315	292	282	275
Canatlán	0063	José Guadalupe Aguilera (Santa Lucía)	1719	858	861	83	1635	1581	1380	1270	1174
Canatlán	0083	Nicolás Bravo	1253	619	634	67	1186	1137	949	872	800

El tipo de centro de población en la que se clasifican los poblados que se establecen dentro del área de influencia del proyecto son las denominadas rancherías o zona rural por el tamaño de población que sustentan. De manera natural en la zona existe un proceso migratorio intermitente, pero en sí el proyecto no afecta este índice de migración.

#### **IV.2.1.3.2 Empleo**

Las principales fuentes de empleo en la región son las actividades agrícolas, ganaderas y de comercio (en los núcleos poblacionales). Para la gran mayoría de los habitantes de la región, las actividades forestales no maderables y sus derivados, representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con el establecimiento del parque solar se generan más oportunidades de empleo para invertir en los diferentes sectores de la economía regional de las actividades primarias y de sus derivados.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 90 de la Ley Federal del Trabajo, el salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo. El salario mínimo deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos. La mujer y el hombre son iguales ante la ley, los salarios mínimos generales y profesionales deberán pagarse en igualdad de circunstancias independientemente del: origen étnico o nacional, género, edad, discapacidades, condición social, salud, lengua, religión, opiniones, preferencia sexual y estado civil de las personas.

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, los nuevos salarios mínimos legales que regirán a partir del primero de enero de 2019 en el área el salario mínimo general serán de 102.68 pesos diarios.

En lo relativo a los salarios mínimos profesionales, los miembros del Consejo de Representantes decidieron que se aumentarían en la misma proporción en que lo hicieron los mínimos generales para las dos áreas geográficas señaladas, conservando para cada profesión, oficio o trabajo especial el mismo porcentaje de percepción por arriba del mínimo general que fue determinado en función del grado de calificación requerido para desempeñarlo. El salario para el personal que labore en el proyecto dependerá de la actividad que realice.

En la Tabla IV-174 se presenta la población económicamente activa de las principales localidades que se verán beneficiadas con la puesta en marcha del proyecto.

*Tabla IV-174. Población económicamente activa e inactiva.*

Localidad	Población Económicamente Activa			Población Económicamente Inactiva		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres

Total del Municipio de Canatlán	10836	8527	2309	13261	3361	9900
Colonia Anáhuac (Palo Blanco)	293	282	11	394	56	338
Cerro Gordo	80	67	13	193	69	124
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	74	52	22	217	193	24
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	573	417	156	804	257	547
Nicolás Bravo	371	324	47	576	143	433

#### IV.2.1.3.3 Servicios y Educación

La educación constituye el motor del desarrollo, y por ello las acciones públicas para lograr una mejor educación y ampliar la oferta educativa se han planteado como objetivo la incorporación de los niños a la escuela desde sus primeras edades.

El municipio de Canatlán cuenta con 40 escuelas preescolares (2.2% de total estatal), 55 primarias (2.1% del total) y 28 secundarias (3.1%). Además, el municipio cuenta con tres bachilleratos (1.6%), una escuela de profesional técnico (2.9%) y ninguna escuela de formación para el trabajo.

Las características educativas, desempeñan un papel importante en el análisis de la dinámica demográfica, social y económica, debido a su impacto en aspectos de salud, empleo, fecundidad y mortalidad; además, es uno de los factores determinantes del progreso personal y social. La asistencia a la escuela por parte de la población infantil incide de forma directa a disminuir el analfabetismo.

En la Tabla IV-175 se presenta el grado de estudios de las principales localidades que se verán beneficiadas con la puesta en marcha del proyecto.

Tabla IV-175. Grado de estudios en las principales localidades beneficiadas por el proyecto.

Localidad	Población de 15 y más				Población de 18 y más Con educación Pos-básica
	Primaria Incompleta	Primaria Completa	Secundaria Incompleta	Secundaria Completa	
Total del Municipio de Canatlán	4185	2157	997	5765	5305
Colonia Anáhuac (Palo Blanco)	163	79	24	206	40
Cerro Gordo	38	47	18	86	28
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	7	1	1	10	257
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	188	64	38	295	474
Nicolás Bravo	160	86	31	233	194

#### IV.2.1.3.4 **Servicios de Salud**

El servicio de salud es proporcionado a los habitantes de la zona por distintos organismos como se puede observar en la Tabla IV-176.

Tabla IV-176. Servicios de salud.

Localidad	Servicios de salud					
	Sin derechohabiente	Derechohabiente	IMSS	ISSSTE	ISSSTE Estatal	Seguro Popular
Total del Municipio de Canatlán	9757	21569	5749	3855	12	11758
Colonia Anáhuac (Palo Blanco)	263	634	41	13	3	545
Cerro Gordo	90	299	86	9	0	198
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	9	315	191	112	0	11
José Guadalupe Aguilera (La Granja)	416	1295	199	585	2	522
Nicolás Bravo	401	851	50	272	1	507

#### IV.2.1.3.5 **Servicios Públicos**

En los principales núcleos poblacionales dentro del área de influencia del proyecto, se cuenta con servicio de redes locales de agua potable entubada los pozos utilizados por las localidades pertenecientes al municipio de Durango son operados por Aguas del Municipio de Durango (AMD), mientras que los pozos y norias utilizados por las localidades de los municipios de Canatlán y Pánuco de Coronado son operados por la Comisión del Agua del Estado de Durango (CAED).

De igual manera las localidades dentro del área de influencia del proyecto cuentan con sistema de drenaje y alcantarillado.

En lo referente a la energía eléctrica las localidades cercanas al área del proyecto cuentan con alumbrado público y electricidad.

En la mayoría de las viviendas de las localidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto cuenta con radio, televisión, refrigerador, telefonía celular y fija.

#### IV.2.1.3.6 **Vivienda**

Las viviendas son construidas según el clima de la zona en las partes altas, utilizan la madera aserrada para la construcción de viviendas, además utilizan otros materiales como: cemento, ladrillo, block, cal, varilla corrugada, algunas estructuras metálicas y adobes. Los rangos de habitantes por vivienda varían desde 5 hasta 12.

Para la preparación de alimentos se utiliza leña para combustible de encino, pino, otras coníferas y otras hojosas en el caso de la sierra a través de calentones, estufas metálicas, estufas de gas doméstico.

#### **IV.2.1.3.7 Medios de Comunicación**

El área del proyecto hasta la ciudad de Durango, cuenta con alrededor de 56.2156 kilómetros de caminos de terracería y pavimento que comunican principalmente a los anexos más importantes de las diferentes localidades y cabeceras municipales (Canatlán y Durango). Las localidades que se encuentran inmersas en el proyecto cuentan con servicios de telefonía rural y en algunas partes cuentan con telefonía celular, servicio de radios comunicadores entre otros.

#### **IV.2.1.4 Paisaje**

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto, la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo.

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales. Uno considera el Paisaje Total e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua y aire), y vivos (plantas, animales y hombre) del medio (Lowenthal 1962, González 1981 y Benayas 1992).

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Para evaluar un paisaje existen diferentes métodos y procedimientos. Para valorar el paisaje se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

##### **IV.2.1.4.1 Visibilidad**

Dadas las condiciones del área propuesta para el proyecto, se toma en cuenta la densidad de la vegetación y las pendientes, para determinar una visibilidad media, se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto de vista o zona determinado.

El medio a estudiar será el entorno del proyecto y vendrá determinado por el territorio desde el que la actuación resulte visible, estando definido por la superposición de las cuencas visuales reales.

Las cuencas visuales y por tanto la visibilidad, pueden determinarse por medios manuales o automáticos, basados en datos topográficos (altitud, pendiente, orientación) complementados por



otros que pueden modificar la recepción del paisaje (condiciones climáticas, transparencia de vegetación, accesibilidad, etc.) Posteriormente puede corregirse en función a otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia.

#### **IV.2.1.4.2 Calidad Paisajista**

Es conocer el entorno del sistema ambiental, identificando las interrelaciones que la sociedad establece en él y desarrollar nuestra capacidad de proponer soluciones a los problemas ambientales.

La calidad del paisaje incluye tres elementos de percepción:

- ❖ Características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua).
- ❖ Calidad visual del entorno inmediato (500-700 m), (litología, formaciones vegetales, grandes masas de agua).
- ❖ Calidad del fondo escénico (intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales y su diversidad, geomorfología).

La calidad paisajista se puede considerar como media ya que la mayor parte del entorno es homogéneo, no presenta muchas variantes importantes en relación a su fisonomía y la mayor parte consiste de zonas llanas donde se desarrollan vegetación de pastizales, matorral crasicaule, áreas agrícolas, cuerpos de agua, asentamientos humanos y pequeñas áreas de bosques de encinos. La calidad puede estimarse de forma directa sobre la globalidad del paisaje, (estimación subjetiva), influyendo en la misma alguna de sus características o componentes del paisaje.

**Topografía:** distinta a la del entorno, diversidad morfológica, vistas panorámicas.

**Vegetación:** diversidad de tipos de vegetación, de colores y de texturas; contrastes.

**Agua:** formas del agua superficial, su disposición, su quietud.

**Naturalidad:** espacios en los que no se ha producido actuación humana.

Espacios de los que ha habido actuaciones humanas. (Sin modificación del paisaje, espacios tradicionales, con cambios específicos, con modificaciones físicas y dominados por obras civiles industriales o turísticas, espacios naturalizados y zonas verdes, espacios artificiales).

Las actuaciones pueden ser: espaciales (agrícolas), puntuales (edificios, puentes y presas), lineales (carreteras, ferrocarriles, gasoductos, canales, líneas de transporte de energía), superficiales (complejos industriales, centros urbanos y turísticos, embalses).

Singularidad: rocas singulares, lagos cascadas, flora ejemplar.

#### **IV.2.1.4.3 Fragilidad del Paisaje**

Capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. Está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos, los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

#### **IV.2.1.4.4 Frecuentación Humana**

La población afectada incide en la calidad del paisaje, por lo que se tendrán en cuenta núcleos urbanos, carreteras, puntos escénicos, zonas con población temporal, dentro de la visibilidad.

#### **IV.2.1.4.5 Contaminantes**

Se entiende por contaminantes paisajísticos, todas aquellas acciones físicas y biológicas, normalmente debidas a las actuaciones humanas, que directa o indirectamente interfieren desfavorablemente con el ser humano, a través del sentido de la vista, dando lugar a la sensación de pérdida de la visibilidad o de calidad paisajística.

Entre otros consideramos los que dan lugar a eliminación de vegetación, cambios topográficos y del perfil del suelo, quemas e incendios; desecación de puntos de agua, modificación de cursos de agua; cambios de uso de suelo, modificación de estructuras singulares, introducción de nuevas estructuras y obras de ingeniería en general; alteración de lugares singulares, eliminación de componentes del paisaje, ruidos continuos; polvo, humos y aire contaminado que alteran las características visuales; introducción de elementos discordantes, tales como edificios, materiales y colores inadecuados, carteles publicitarios, construcción de símbolos conmemorativos.

#### **IV.2.1.4.6 Indicador del impacto y unidad de medida**

La metodología propuesta para evaluar el impacto paisajístico, se desarrolla en las siguientes fases: **Valoración directa subjetiva**, que se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en una escala de rango o de orden, sin desagregarlos en componentes paisajísticos o categorías estéticas (Tabla IV-177).

Tabla IV-177. Valores absolutos (Va) de la unidad paisajística.

<b>Paisaje</b>	<b>Valor Absoluto</b>
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Se establece una malla de puntos de observación, desde donde se evalúan las vistas, obteniendo el valor de la unidad paisajística, mediante la media aritmética. Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo.

$$\text{Valor relativo (VR)} = (K)(Va)$$

$$\text{Siendo } K = 1.125 * \left( \frac{p}{d} * Ac * (S) \right)^{1/4}$$

Dónde, **P**, **D**, **Ac** y **S** son; la función del tamaño medio de las poblaciones próximas, función de la distancia media en km a las poblaciones próximas, Accesibilidad a los puntos de observación o a la cuenca visual (Inmediata, 4, buena 3, regular 2, mala 1, inaccesible 0) y Superficie desde lo que es percibida la actuación (cuenca visual), función del número de puntos de observación (muy grande 4, grande 3, pequeña 2, muy pequeña 1).

Tabla IV-178. Población potencial de observadores.

No. De Habitantes	P	Distancia (km)	d
1-1000	1	0-1	1
1000-2000	2	1-2	2
2000-4000	3	3-4	3
4000-8000	4	4-6	4
8000-16000	5	6-8	5
16000-50000	6	8-10	6
50000-100000	7	1-10	7
100000-500000	8	15-25	8
500000-1000000	9	25-50	9
>1000000	10	>50	10

Tomamos como indicador del impacto, el valor relativo del paisaje, VR, acorde con el modelo descrito, viniendo la unidad de medida expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

Tabla IV-179. Impacto en el valor relativo del paisaje.

P	d	Ac	S
6	6	3	3
<b>K=1.95</b> <b>Va=4</b> <b>VR=7.79</b>			

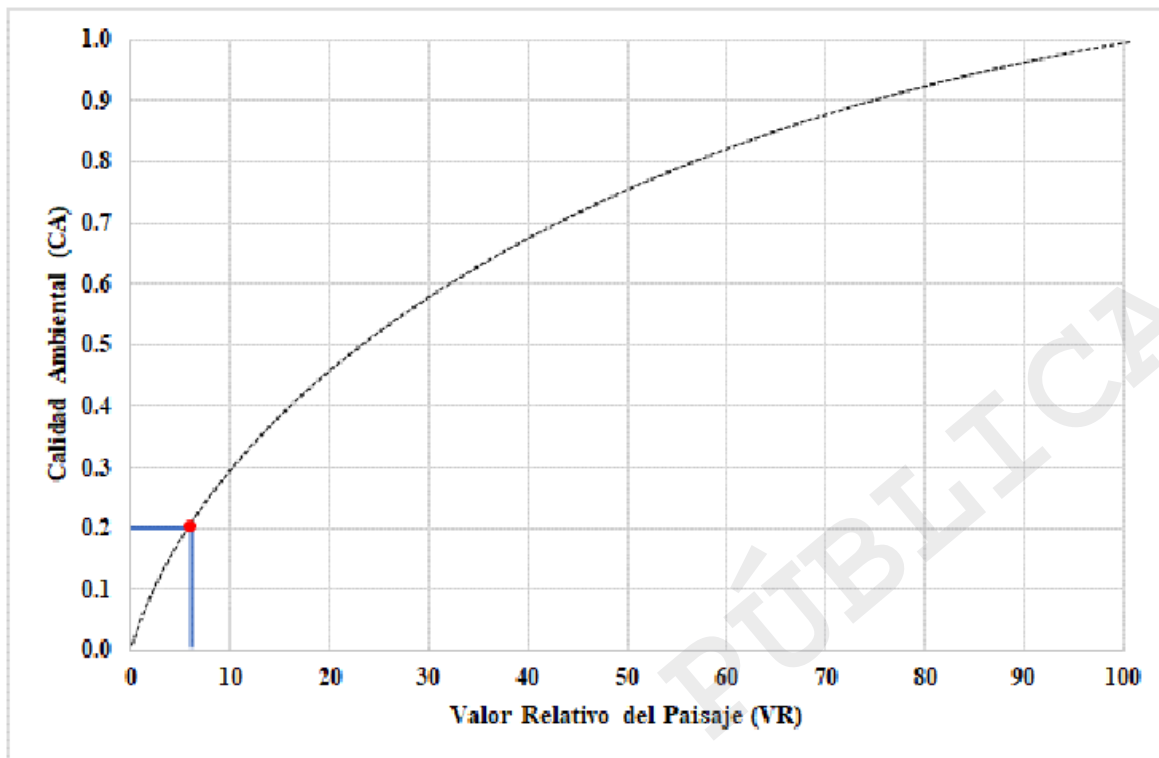


Figura IV-49. Valor relativo del paisaje.

Tabla IV-180. Impacto en el valor relativo del paisaje.

Calidad ambiental del Paisaje	
Óptima	0.8-1.0
Buena	0.6-0.8
Aceptable	0.4-0.6
<b>Baja</b>	<b>0.2-0.4</b>
Inaceptable	0.0-0.2

Para la evaluación del paisaje se utilizó la metodología propuesta por (Conesa, 2010).

#### IV.2.1.4.7 Conclusiones de la valoración del paisaje

Conforme a la vegetación presente en el sitio del proyecto (mapa de vegetación), la zona del proyecto se caracteriza por la presencia asociada al pastizal inducido y natural además de áreas de cultivo y zonas de agostadero próximas. El pastizal Inducido es el tipo de vegetación que cobra mayor importancia económica, cultural, de aprovechamiento y conservación.

De acuerdo a la evaluación paisajística, se determina que en el área del proyecto existe un valor relativo del paisaje, el cual expresado a través de la función de transformación, indica una calidad ambiental baja, debido a que el área de estudio se encuentra impactada levemente por actividades realizadas con anterioridad, así mismo se considera que la Fragilidad Visual es baja, es decir, por la naturaleza del proyecto el paisaje tiene la capacidad de absorber los impactos, ya que es un lugar con cobertura arbórea no significativa.

#### **IV.2.1.4.8 Comparación del área de influencia con y sin proyecto**

El área de influencia del proyecto a nivel regional cuenta con elementos de valor escénico por su topografía y su formación vegetal con un bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural e Inducido y Agricultura de Riego y Permanente por lo que desde varios puntos del área la orografía y cuentan con excelente visibilidad y transparencia atmosférica, con gran potencial paisajístico por su calidad visual y del fondo escénico con buena capacidad de absorber los cambios que produzca el establecimiento del Huerto Solar.

De lo anterior se desprende que el impacto del proyecto por el establecimiento del parque solar fotovoltaico, no conducen a una modificación importante del paisaje. Sin perjuicio de esto, se debiera estimular el desarrollo de una instancia que permita evaluar los planes y decisiones de manejo a escalas espaciales y temporales mayores que las prediales.

#### **IV.2.1.4.9 Pérdida ambiental con y sin proyecto**

Realizando una comparación con el escenario sin las medidas de mitigación se observa que el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, alteran principalmente a la vegetación, en cuanto a la reducción de hábitat, fragmentación y estructura, lo cual repercute directamente sobre la modificación, estabilidad y estructura del suelo, erosión y compactación, de igual forma, las acciones sobre la vegetación también modifican el hábitat de la fauna y la reducción de su población.

Las actividades que alteran a la vegetación además afectan la armonía del paisaje. En el futuro, se puede esperar que el proyecto no cause un gran impacto en comparación a las actividades ya desarrolladas en el área ya que en la unidad ambiental conocida Pastizal, se está alterando en mayor o menor grado la cubierta vegetal con las correspondientes consecuencias en otros elementos del ambiente.

Por último, se puede decir que el escenario a futuro, con el desarrollo del proyecto, tenderá a ser semejante al que existirá en la zona sin el mismo, mientras se apliquen las medidas de mitigación y de compensación.

### **IV.3 Diagnóstico ambiental**

#### IV.3.1.1 Integración en interpretación del inventario ambiental

El área donde se desarrolla el proyecto está identificada con un índice de marginación alto en el Estado de Durango, pero con el desarrollo del proyecto se beneficia a las localidades cercanas al proyecto ofreciendo empleos de manera directa e indirecta.

En el área con vegetación de Pastizal Inducido, se observó una baja diversidad de especies herbáceas ( $H' PI = 2.0$ ). La zona donde se encuentran estas especies son áreas prácticamente planas donde existe un índice de erosión hídrica y eólica baja, sin embargo, es importante mantener al máximo la cobertura vegetal para proteger al suelo.

Se observaron zonas con problemas de sobrepastoreo y desmonte, es importante concientizar a los habitantes de estas áreas sobre los efectos de estas prácticas. El componente más vulnerable en la instalación de este proyecto es precisamente el biótico, puesto que es el que resentirá los cambios de manera contundente al remover individuos que viven interrelacionados entre ellos y que brindan una estabilidad al ecosistema, al perturbarlos se alteran y cambia los procesos que se llevan a cabo dentro del mismo de forma intrínseca.

Para tener un concepto integral del ecosistema, se requiere no solamente conocer lo que existe, sino también como está conformado, los procesos que en él se llevan a cabo y la forma en que estos están relacionados unos a otros. Este proceso de análisis de los componentes del ecosistema, nos proporciona un balance sencillo pero firme entre los valores naturales y productivos frente a la fragilidad del ecosistema ante estas acciones. El resultado a lo antes expuesto es un diagnóstico ambiental en relación a la ejecución del proyecto.

Para la descripción del comportamiento del sistema, se optó por implementar el **método de Calidad Ambiental Integrada, basado en el método de Evaluación Ambiental de Batelle** (Dee et al., 1972; Dee et al., 1973). Primeramente, se definen las **variables ambientales relevantes (vaj)** del proyecto a analizar, en segundo término, se determina la **importancia relativa (Pj)** de cada vaj, **entre 0 y 1**, de modo que la **suma de los Pj, sea igual a 1**. Para la determinación de los Pj, se puede utilizar metodologías del tipo “Juicio de Expertos”, como la Técnica Delphi o del conocimiento de la Percepción Ambiental de la comunidad involucrada, en este caso, se implementó la primera técnica mencionada. **El valor global del sitio fue de 0 a 1 Unidades Ambientales (UA)**, las cuales se repartieron en **14 criterios ambientales**. El valor para cada criterio ambiental está dado por la importancia de cada uno de ellos en referencia al ecosistema donde se implementa el proyecto, así como el valor potencial, vulnerabilidad y presión al ecosistema; a cada uno de ellos se le asignó un valor de acuerdo al nivel de perturbación ocasionado por las diferentes actividades del hombre, **siendo el nivel 1 la mayor calificación** de óptima calidad ambiental, usando los siguientes valores para cada variable ambiental:

Tabla IV-181. Variables ambientales.

Variables Ambientales	Criterio	Valor
Valor de importancia de la vegetación	Ecosistema que alberga a un conjunto de individuos de diversas especies que funcionan actualmente como hábitat para la flora y fauna existente en la zona, los cuales se comportan como meta poblaciones.	1
Valor de importancia del suelo	Conjunto de condiciones que albergan individuos de diversas especies que conforman relictos de vegetación, que representan un reservorio de biodiversidad que potencialmente pueden integrarse como una unidad funcional intercambiando materia, energía o información, tanto entre sus componentes, como entre el ecosistema y el exterior.	0.8
Valor de importancia del hábitat	Ecosistemas abundantes que albergan especies de flora y fauna con una amplia y común distribución potencial	0.6
Valor de importancia de la calidad estética	Ecosistemas con una baja biodiversidad y dominancia de especies.	0.4
Valor potencial forestal	Zonas urbanas, pastizal inducido, zonas agrícolas	0.2
Valor potencial pecuario	Política de uso de suelo y uso actual por porcentaje de superficie del proyecto	% de superficie
Valor potencial agrícola		
Vulnerabilidad de la vegetación	Igual a valor de importancia de la vegetación	1
Vulnerabilidad a la erosión	Igual al valor de importancia del suelo	0.8
Fragilidad del paisaje	Igual al valor de la importancia del hábitat	0.6
		0.4
		0.2
		0
Presión forestal	1- Valor potencial forestal	1
Presión pecuaria	1-Valor potencial pecuario Igual al valor de importancia del hábitat	0.8
Contaminación por uso agrícola	1-Valor potencial agrícola	0.6
		0.4
		0.2
		0

Tabla IV-182. Variables ambientales relevantes del proyecto.

Definición de las Variables Ambientales del proyecto a analizar	PJ	CJ	C'J
Valor de Importancia de la vegetación	1	0.4	0.2
Valor de importancia del suelo	0.8	0.4	0.3
Valor de importancia del hábitat	0.6	0.3	0.2
Valor de importancia de la calidad estética	0.4	0.2	0.1
<b>Valor parcial</b>	<b>2.8</b>	<b>0.98</b>	<b>0.6</b>
Valor potencial forestal	0.2	0.2	0.1



Valor potencial pecuario	0.4	0.3	0.1
Valor potencial agrícola	0.4	0.3	0.2
<b>Valor parcial</b>	<b>1</b>	<b>0.28</b>	<b>0.14</b>
Vulnerabilidad de la vegetación	1	0.6	0.2
Vulnerabilidad de la erosión	0.6	0.5	0.2
Fragilidad del paisaje	0.4	0.2	0.4
<b>Valor parcial</b>	<b>2</b>	<b>0.98</b>	<b>0.2</b>
Presión Forestal	1	0.2	0.1
Presión Pecuaria	0.8	0.6	0.2
Condición del hábitat	0.6	0.4	0.2
Contaminación por uso agrícola	0.4	0.3	0.2
<b>Valor parcial</b>	<b>2.8</b>	<b>1.04</b>	<b>0.6</b>
Calidad Ambiental	100%	82%	39%

Cj = Sin Proyecto y C'j = Con Proyecto

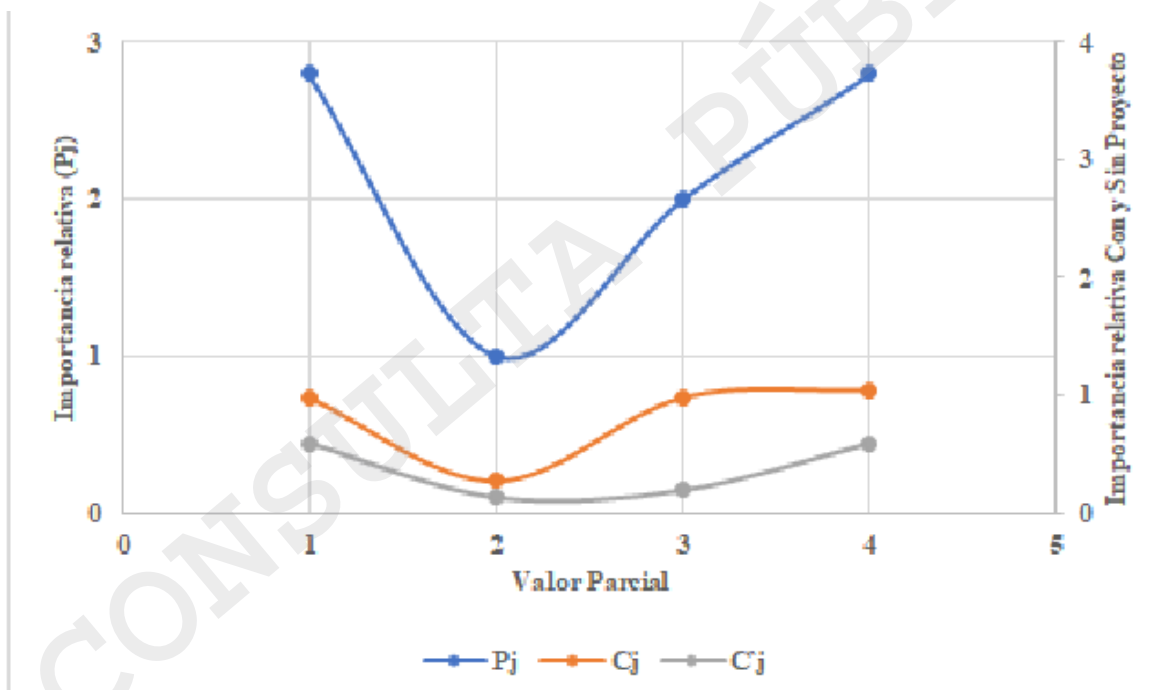


Figura IV-50. Comportamiento del ecosistema sin proyecto (Cj) y con proyecto (C'j).

Los criterios para determinar el valor de las variables ambientales, se basan en la relación que existe entre cada una de ellas, determinando que el proyecto no representa una perturbación considerable a las variables ambientales presentadas para su análisis.

#### 1) Sin proyecto

El pronóstico ambiental del área, sin la realización del proyecto es que el área continúe con el uso del suelo actual, el cual básicamente es el mantenimiento de vegetación de pastizal principalmente.

El área presenta diversidad florística de media a baja la cual está sujeta a un deterioro paulatino de su condición en virtud de la actividad productiva forestal y agrícola, por ubicarse en las inmediaciones de asentamientos humanos ya que una porción limítrofe ya se encuentra impactada por la apertura de tierras de cultivo, el cual se seguiría utilizando, con el consecuente impacto a la fauna local.

Debido a la demanda de tierras que ejerce la población rural, para el establecimiento de nuevos cultivos, y en virtud de las condiciones topográficas y de suelo de los predios, estos están en riesgo de verse afectados a futuro por desmontes parciales o totales. Sin embargo, los Programas de ordenamiento general y estatal permiten el establecimiento de este tipo de proyectos, siempre y cuando se comprometa la biodiversidad, no se provoque la erosión de los suelos ni se obstruya o modifique corriente de aguas superficiales.

## 2) Con proyecto

Con la ejecución del proyecto se ha perdido una porción adicional de terreno desde el punto de vista de la cobertura vegetal, la cual ya se encontraba parcialmente impactada. Como se describe en el Capítulo V del presente estudio, el desarrollo del proyecto representa la generación de 21 impactos ambientales. Hay que señalar que de estos 21, 14 fueron previamente generados y siete son impactos generados que serán generados a partir del inicio de la etapa de operación. De estos 21 impactos 18 son adversos y tres son favorables.

Por lo que, considerando los diferentes elementos involucrados por la realización de las obras, se concluyó que, si bien el impacto a los componentes ambientales suelo, flora y atmósfera presentan el mayor impacto, estos no son significativos dado que el sistema ambiental absorberá en parte sus efectos de manera natural, aunado a las medidas preventivas, mitigación y compensación que se han venido aplicando y de aquellos programas tales como la reforestación.

El escenario ambiental se visualiza como muy compatible con el uso del suelo actual del área del proyecto. Las medidas de mitigación o correctivas planteadas en el Capítulo VI son suficientes para compensar la condición actual del ecosistema. Las acciones consideradas para el manejo de la fauna y la flora del sitio, permiten su continuidad y evolución natural.

La operación del proyecto contribuirá al desarrollo sostenible ya que la generación de energía se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante. Es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación, o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año.

El funcionamiento del parque solar fotovoltaico, en sí constituye un detonador para el desarrollo socioeconómico de la región, por lo que se identificaron impactos positivos en este componente, lo cual es una situación muy favorable.

#### IV.3.1.2 Síntesis de inventario

**Valoración de la calidad ambiental:** Por considerarse la importancia y significación de la vegetación, no se centra únicamente en el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar, constituyéndose, así como en productor primario de casi todos los ecosistemas, sino también en la existencia de importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantienen microclimas locales, filtra la atmósfera, atenúa el ruido, es el hábitat de especies animales, entre otras.

Como consecuencia de lo anterior y a fin de determinar la calidad ambiental que prevalece en el Sistema Ambiental se aplicó la metodología propuesta por Conesa (2010), en donde se determinó un **indicador de la calidad ambiental, mediante el uso del porcentaje de superficie de la cobertura vegetal (PSC), ponderando en función del índice de interés y la densidad de las especies existentes** (el interés de la cubierta vegetal corresponde a la calidad o categoría de riesgo de las especies presentes expresada como *K*. La densidad de la cobertura vegetal, se refiere a la superficie que ocupa el tipo de vegetación).

$$PSC = \frac{100}{S_t} \left( \sum S_i * K \right)$$

Dónde: *PSC*, *S<sub>t</sub>*, *S<sub>i</sub>* y *K* son el porcentaje de superficie de la cobertura vegetal, superficie total considerada, Superficie cubierta por cada especie o tipo de vegetación presente e Interés de la cubierta vegetal el cual corresponde a la calidad o categoría de riesgo de las especies presentes dentro del Sistema Ambiental.

Tabla IV-183. Estatus de las especies.

Estatus de especies	Criterio	Valor
Peligro de extinción	Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o	1

	depredación, entre otros.	
Sujetas a protección especial	Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	0.8
Poco Común	Conjunto de individuos de diversas especies que funcionan actualmente como hábitat para la fauna existente en la zona, los cuales se comportan como meta poblaciones.	0.6
Frecuente	Conjunto de individuos de diversas especies que conforman relictos de vegetación, que representan un reservorio de biodiversidad que potencialmente pueden integrarse como una unidad funcional intercambiando materia, energía o información, tanto entre sus componentes, como entre el ecosistema y el exterior.	0.4
Común	Pastizal natural y Agricultura de temporal	0.2
Muy común	Zona Urbana, caminos y H20.	0.1

Tabla IV-184. Uso de suelo y tipo de vegetación.

Uso de suelo y Tipo de vegetación	Nombre	Superficie (ha)	%	K (categoría de riesgo)	Si*K
ADV	Área desprovista de Vegetación	394.25	0.83	0.1	39.43
AH	Urbano Construido	213.98	0.45	0.1	21.4
BQ	Bosque de Encino	162.94	0.34	0.6	97.76
H2O	Agua	395.19	0.84	0.1	39.52
MC	Matorral Crasicaule	8,295.59	17.55	0.6	4,977.35
PH	Pastizal Halófilo	2,963.70	6.27	0.2	592.74
PI	Pastizal Inducido	5,256.96	11.12	0.2	1,051.39
PN	Pastizal Natural	10,267.53	21.72	0.2	2,053.51
RA	Agricultura de Riego Anual	773.99	1.64	0.2	154.8
RP	Agricultura de Riego Permanente	1,000.40	2.12	0.2	200.08
TA	Agricultura de Temporal Anual	7,477.68	15.82	0.2	1,495.54

VSa/Bq	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino	811.02	1.72	0.6	486.61
VSa/MC	Vegetación Secundaria arbustiva de Matorral Crasicuale	3,063.49	6.48	0.6	1,838.09
VSa/PN	Vegetación Secundaria arbustiva de Pastizal Natural	6,193.34	13.1	0.2	1,238.67
<b>Total</b>		<b>47,270.04</b>	<b>100</b>		<b>14,286.89</b>

$$PSC = \frac{100}{47,270.04} * (14,286.89) = 30.22\%$$

Una vez que se obtiene el indicador del porcentaje de superficie cubierta, se determina la calidad ambiental a través de la gráfica de transformación.

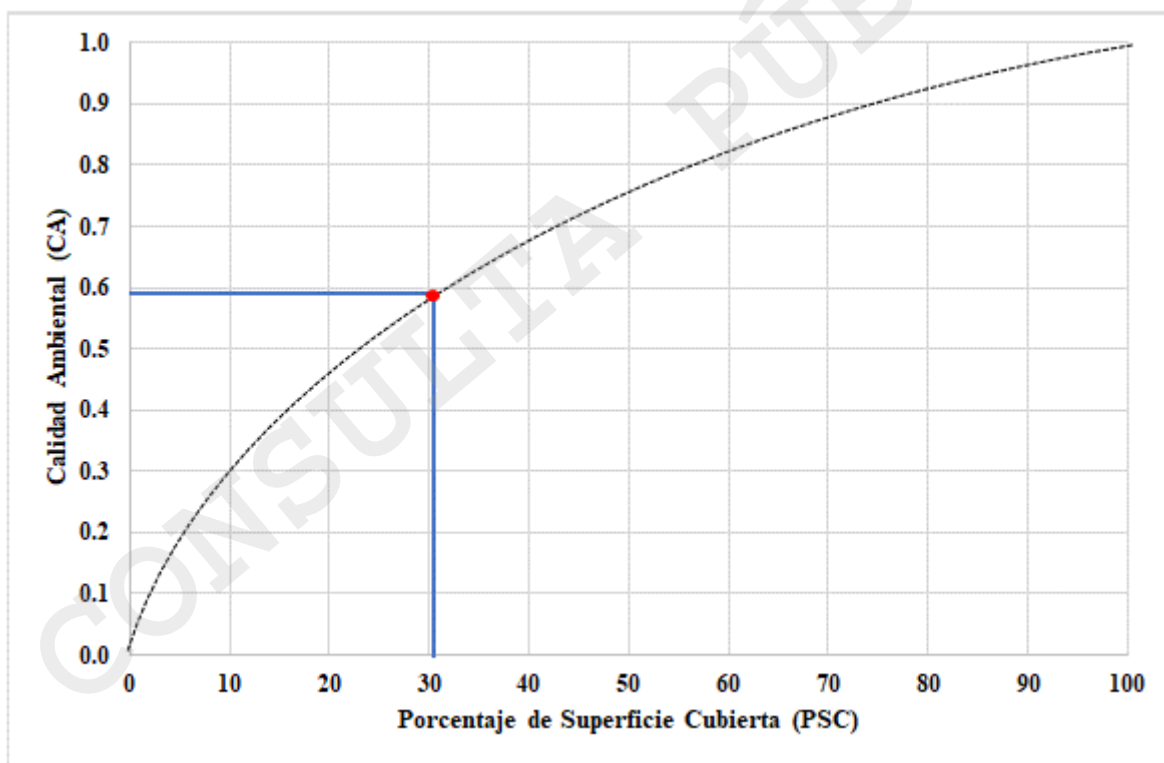


Figura IV-51. Porcentaje de superficie cubierta.

Con base en el valor de la calidad ambiental obtenida se observa que el SAR en dónde se localiza el proyecto cuenta con una calidad ambiental del paisaje dentro de un rango **Aceptable** (0.4 – 0.6).

Tabla IV-185. Impacto en el valor relativo del paisaje.

Calidad ambiental del Paisaje	
Óptima	0.8-1.0
Buena	0.6-0.8
Aceptable	0.4-0.6
Baja	0.2-0.4
Inaceptable	0.0-0.2

#### IV.4 Referencias

- Aparicio, F. J. 1992 Fundamentos de Hidrología de superficie. Editorial Limusa. 302 p.
- Aranda JMS. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México, D.F., México. 255 pp.
- Armburst, D. and Lyles, L. (1975). Soil Stabilizers to Control Wind Erosion. In Soil Conditioners (eds W. Gardner and W. Moldenhauer).
- Armburst, D.V. 1984. Wind sandblast injury to field crops: effects on plant age. Agron. J. 76:991-993.
- Baker, R.H. and J.K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican state of Durango. Museum of Michigan State University, Biology Series 2: 29–159.
- Barrios R., A.G. & Quiñonez, E. (2000). Evaluación de la erosión utilizando el modelo (r) USLE, con apoyo de SIG. Aplicación en una microcuenca de los andes venezolanos. Rev. Forest. 44 (1), pp 65-71.
- Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. 375 p-
- Benayas, J. (1992): Paisaje y Educación Ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno. MOPT Bibliografía.
- Brea, J. D., & Balocchi, F. (2010). Procesos de erosión-sedimentación en cauces y cuencas-Volumen 1. UNESCO. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 22.
- Bueno-Hurtado, P., Velásquez-Valle, M. A., López-Santos, A., Sánchez-Cohen, I., & González-Barrios, J. L. (2016). Implementation of a model to estimate water erosion with distributed parameters applied to watersheds. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 15(1), 47-54.
- Burt y Grossenheiderr (1980). Burt, W. H. and Grossenheider, R. P. (1980). A field guide to the Mammals. 3er edition. Houghton Mifflin Harcourt. Boston, Massachusetts, United States.
- Buschiazzo, D.E. & V. Taylor. 1993. Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. Ciencia del Suelo 10/11:46- 53.
- Butler, I. and Dawson, C. (1957), AGRICULTURE IN THE BALANCE OF PAYMENTS: DISCUSSION. Australian Journal of Agricultural Economics, 1: 19-21.
- Caire (1978), CAIRE, W. 1978. The Distribution and Zoogeography of the Mammals of Sonora, México. Tesis de doctorado. University of New México.
- Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED). 2016. Carta de Inundaciones. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/inundaciones/resource/3df3cd7e-3c92-47a3-9efb-a12f9b3c4992>. Fecha de Acceso: diciembre 2020.
- Chepil, W.S., F.H. Siddoway y D.V. Armburst. 1963. Climatic index of wind erosion conditions in the Great Plains. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27: 449-452.



- Colwell, R.K. 2013. EstimateS 9.1.0 User's Guide. Sitio: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Serie B*, 345: 101-118.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2019. Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS). Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>. Fecha de Acceso: 2019
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2004. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Manual de Obras Prácticas. México,
- Conant, R., J. Collins. 1991. Peterson Field Guides: Reptiles and Amphibians of Eastern/Central North America. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Conesa Fernandez Vítora, V. (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Cortés Torres, H. G. (1991). Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México
- Desmet, P. J. J. & Govers, G. A. (1996). GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51 (5): 427-433.
- Escorrentia erosión y conservación de suelos .1ra edición Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo Estado de México 375 p.
- Figuroa, S. B. (1991). Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. 116 p.
- Figuroa-Jáuregui, M. L., L. Alicia Ibáñez-Castillo, Ramón Arteaga-Ramírez, J. Luis Arellano-Monterrosas, Mario Vázquez-Peña. (2011). Cambio de uso de suelo en la cuenca de San Cristóbal De Las Casas, México. *Agrociencia*. 45: 531-544 pp.
- Flores-López, H. E., H. Ramírez-Vega, K.F. Byerly-Murphy, J.A. Ruiz-Corral, J.A. Martínez-Sifuentes, P. Díaz-Mederos y V. Alemán-Martínez. (2003) Estimación De Escurrimiento Superficial En La Cuenca El Jihuite, México. *Terra* 21: 389-400 pp.
- Foster, G. R., Meyer, L. D. & Onstad, C. A. (1977) An erosion equation derived from basic erosion principles. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs*, 678-682 pp.
- Gallina, S. y López Gonzalez Carlos, 2011 Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna silvestre. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp
- González Bernáldez, F. (1981): *Ecología y Paisaje*. Ed. Blume. Madrid
- González-Oreja, J. A., A. A. de la Fuente-Díaz-Ordaz, L. Hernández-Santín, D. Buzo Franco y C. Bonache-Regidor. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Anim. Biod. Conserv.* 33: 31-45.

- Gracia S. J. (1997). Pérdida de suelo en cuencas. Capítulo 17 del Manual de Ingeniería de ríos. Instituto de Ingeniería. UNAM. México
- Haan, B., J. Barfield, y J. C. Hayes, (1994), Design hydrology and sedimentology for small catchments. Academic Press, San Diego, California, USA. 588 p
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 4-9
- Heyer WR, DA Donnelly, RW McDiarmid, LC Hayek y MS Foster (1994) Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, 364 pp
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, \*J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología*, (8), 151-161.
- López R. S. M. 2011. "Calibración del modelo SWAT para el balance hidrológico de la parte alta de la cuenca del rio pichualco, Chiapas". Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Pp
- Loredo O. C., S. Beltrán L., F. Moreno S. y M. Casiano D. 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuenca. Folleto Técnico No. 29. INIFAP-CIRNECampo Exp. San Luis. San Luis Potosí, S.L.P. México. 64 p.
- Lowenthal (1962) Not every prospect pleases. ¿What is our criterion for scenic beauty? *Landscape* 12: 19-23.
- Lyles, L. and Tatarko, J. Wind Erosion Effects on Soil Texture and Organic Matter.1986. *Journal of Soil and Water Conservation*.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Mancilla, E. G. A. 2008. Uso y Conservación de Suelos. Uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) en el Campo Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Chile.
- McCool D.K., L.C. Brown, G.R. Foster, C.K. Mutchler y L.D. Meyer. (1987). Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of ASAE* 30(5); 1387-1396 pp.
- McCool Dk. G.R. Foster, C.K Mutchler y L.D. Meyer. (1989). Revised slope lenght factor for the Universal Soil Loss Equation *Transactions of ASAE* 32: 1571-1576
- Mijares-Aparicio, J.; Lafragua Contreras J.; Gutiérrez López A.; Mejía Zermeño R.; Garduño Aguilar E. (2006), Evaluación de los recursos hídrico, Elaboración del balance hídrico por cuencas hidrográficas, Uruguay, Publicado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Documento Técnico del PHI-LAC, N° 4 ISBN 92-9089-090-8.
- Montes M., M. Domínguez y E. Ventura. (1998). Metodología para la estimación del riesgo de erosión hídrica en cuencas hidrográficas utilizando SIG.

- Montes-León M. A., E. M. Uribe-Alcántara, E. García-Celis. 2011. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. II, 1: 5-17.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Musy, A. 2001. Cours "Hydrologie générale". Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. IATE/HYDRAM. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement. Capítulo 1, 2, 3, 4 y 5.
- National Geographic (2017). National Geographic Field Guide to the Birds of North America National Geographic Society; Edición 7th ed. 592 p
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los Requerimientos de Agua en los Cultivos. Roma, Italia.
- Pastrana. O. O. 2014. Determinación de la Erosión Hídrica Potencial y Actual a través de los Sistemas de Información Geográfica. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ingeniería, Departamento de Riego y Drenaje.
- Pedraza, V. A. 2015. Estimación de la Erosión Hídrica Mediante dos Métodos de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) en la Cuenca del Río Chapingo, Texcoco. Tesis para obtener el título de Licenciada en Ciencias Ambientales
- Pefaur (1995) METODOLOGÍA DE UN ANÁLISIS FAUNÍSTICOINTEGRAL EN EL ESTUDIO DE UNA CUENCAHIDROGRÁFICA Rev. Ecol. Lat. Am. Vol. 2 N° (1-3) Art. 8 59-67pp.
- Pizarro R., Claudio Ramírez y Juan Pablo Flores, 2003. Análisis comparativo de cinco métodos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos. Bosque 24(3): 31-38 pp
- Pyle (1997). Identification Guide to North American Birds: Columbidae to Ploceidae. tate Creek Press. 732 p.
- Rivera-Toral, Francisco; Pérez-Nieto, Samuel; Ibáñez-Castillo, L. Alicia; Hernández-Saucedo, F. Raúl. (2012). Aplicabilidad Del Modelo Swat Para La Estimación De La Erosión Hídrica En Las Cuencas De México Agrociencia, 46-2: 101-105 pp.
- Rusel y Monson (1998), Russell, S. M. y G. Monson. 1998. The birds of Sonora. The University of Arizona Press. Tucson. 360 p
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. Primera edición. México, 431 p.
- Sánchez et al., 2007
- SEMARNAT, Dirección de Geomática, (2004). 'Degradación del suelo en la República Mexicana Escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal.
- Sibley. David Allen. (2003), The Sibley Field Guide to Birds of Western North America. Editorial Alfred a Knopf; 464 pag.
- Stebbins, R. C. 1985. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians. Second Edition. Boston: Houghton Mifflin Company.

- Torres Benites, Elibeth, & Cortes Becerra, José, & Mejía Sáenz, Enrique, & Exebio García, Adolfo, & Santos Hernández, Ana Laura, & Delgadillo Piñón, Ma. Eugenia (2003). Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco. *Terra Latinoamericana*, 21(1),117-126. [fecha de Consulta 7 de enero de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57321114>
- Trucios-Caciano, R.; Martínez Rodríguez, J. G.; Blando Navarrete, J. L.; Sánchez Cohen, I. (2007), Calibración Y Validación Del Modelo Hidrológico SWAT En La Cuenca Del Rio Sextin en Durango, México *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. (VI), 1:91-101 pp.
- Velásquez, S. (2008). Erosión de suelos utilizando la EUPSR (RUSLE). Coronado, Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning. *Agriculture Handbook*, n° .537, Department of Agriculture Science and Education administration, Washington, USA: U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Wischmeier, W.H. 1976. Use and misarse of the Universal Soll Loss Equation. *J. of Soil and Water Cons.* 31(1): 5-9.
- Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. *Agriculture Handbook* 537. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. 58 pp.
- Woodruff, N.P. & F.H. Siddoway. 1965. A wind erosion equation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29:602-608.

IBERIA RENOVABLES DURANGO  
S.A.P.I. DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

## Capítulo V

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

## Contenido

<b>CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b> .....	<b>3</b>
V.1 Identificación de impactos. ....	3
<b>V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.</b> .....	<b>3</b>
V.2. Caracterización de los impactos.....	9
V.3. Valoración de impactos.....	13
<b>V.3.1 Valoración de Impactos Ambientales</b> .....	<b>22</b>
<b>V.3.2. Descripción de los impactos identificados</b> .....	<b>27</b>
V.5. Impactos residuales.....	33
V.6. Impactos acumulativos. ....	34
V.7. Conclusiones. ....	35

## **CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

Para efectos del presente estudio, se considerará el hecho que ya fueron ejecutadas la mayor parte de las obras civiles y la colocación de paneles solares. Por lo que además de evaluar las interacciones entre el medio y las actividades ejecutadas considerando su efecto ambiental generado y de esta forma regularizar dichas actividades.

### **V.1 Identificación de impactos.**

#### **V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

Cualquier actividad humana genera cambios positivos o negativos en el medio ambiente, así como en las condiciones de vida de los habitantes de un sitio determinado, por esta razón consideramos que cualquier evaluación de impacto ambiental debe tomar en cuenta a los impactos ecológicos, socioeconómicos y culturales que las actividades provoquen, ya que la alteración de estos tres puntos puede llevar a un desequilibrio en la estabilidad de las diferentes comunidades del ecosistema. Esto aún aplicable en el presente caso en donde ya se han generado impactos ambientales por la ejecución de obras no autorizadas en materia de impacto ambiental.

El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno (Gómez. 2003); este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella.

Para identificar y evaluar los impactos ambientales derivados del proyecto, se realizó la revisión de experiencias documentadas que se encuentran disponibles sobre los distintos factores que involucra el desarrollo de proyectos energéticos similares, así como, la correspondiente investigación de campo. Con base a la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, descrita en los capítulos anteriores, se determinó que en primer término se aplicaría el uso de una Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (Leopold, 1971), utilizando los criterios del carácter del impacto a fin de identificar los impactos ambientales generados y aquellos por generarse.

La base de la metodología es una matriz en donde las entradas, son 100 acciones del hombre que pueden alterar el ambiente, y las entradas según filas son 88 características del medio



(factores ambientales) que pueden ser impactadas. Aunque es posible tener 8,800 interacciones en esta matriz, puede ser expandida o contraída según sea necesario.

La matriz interactiva simple muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo de otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, este se apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de su carácter favorable o adverso, así como su magnitud e intensidad en términos cualitativos.

Para la identificación de las acciones o actividades del proyecto susceptibles de haber generado alteraciones al ambiente, se consideraron las actividades del programa de trabajo antes plasmado en el capítulo II del presente estudio. Las actividades fueron analizadas en el contexto de las actividades faltantes o aquellas ejecutadas sin autorización, utilizando para ello una lista de chequeo desarrollada por un panel de expertos.

Inicialmente, y mediante un panel de expertos se conformó una lista de chequeo como elemento cognitivo para determinar los posibles impactos ambientales.

Posteriormente, se realizó una secuencia de actividades agrupando aquellas comunes en cuanto a sus efectos al medio permitiendo definir “acciones concretas”, conforme al contexto de la presente evaluación, a fin de determinar las actividades a valorar como generadoras de impactos ambientales. Para el presente asunto además se marcan en color verde aquellas generadas sin contar con autorización de impacto ambiental.

Tabla V-1. Identificación de actividades del proyecto. Se marcan en rojo aquellas ejecutadas sin autorización

Fase del proyecto	Actividad	Impacto previsto
Preliminares	<b>Desmontes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de superficie vegetal.</li> <li>• Disminución de la diversidad.</li> <li>• Desplazamiento de fauna.</li> <li>• Disminución de la infiltración de agua</li> <li>• Erosión</li> </ul>
	<b>Despalme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de superficie vegetal</li> <li>• Desplazamiento de fauna.</li> <li>• Disminución de la diversidad.</li> <li>• Disminución de la infiltración de agua</li> <li>• Erosión</li> </ul>
Construcción	<b>Instalación de módulos fotovoltaicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de capa vegetal</li> <li>• Desplazamiento de fauna</li> <li>• Alteraciones a la geomorfología original del suelo.</li> <li>• Cambio de uso de suelo</li> <li>• Alteración al paisaje.</li> </ul>

Fase del proyecto	Actividad	Impacto previsto
	Obras civiles (subestación elevadora, caminos internos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectaciones a la calidad del aire.</li> <li>• Alteración del nivel de ruido.</li> <li>• Alteraciones a la geomorfología original del suelo.</li> <li>• Alteración del uso de suelo</li> <li>• Generación de residuos de construcción.</li> </ul>
	Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectaciones a la calidad del aire.</li> <li>• Alteración del nivel de ruido.</li> <li>• Alteraciones a la geomorfología original del suelo.</li> <li>• Cambio de uso de suelo</li> <li>• Generación de residuos de construcción.</li> </ul>
Operación	Puesta en servicio de las instalaciones de la planta fotovoltaica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de aguas residuales.</li> <li>• Incremento de infraestructura de servicios.</li> <li>• Empleo.</li> <li>• Energía a menor costo ambiental.</li> </ul>
	Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo.</li> <li>• Crecimiento económico.</li> <li>• Generación de residuos peligrosos.</li> </ul>
Abandono del sitio	Desmantelamiento de infraestructuras	Generación de residuos de construcción. Generación de residuos peligrosos.
	Restauración	Incremento de capa vegetal. Incremento de fauna.
	Reforestación	Incremento de masa arbórea. Conservación de diversidad.

Para determinar la interacción del ambiente con el proyecto, se definieron los factores ambientales y parámetros que son susceptibles de ser afectados, para ello considerando los siguientes criterios:

- a) Relevancia: Deben ajustarse a la realidad y su alteración ser capaz de desencadenar efectos notables.
- b) Excluyentes: Se debe evitar solapamientos que puedan llevar a duplicar la cantidad de impactos.
- c) Fácilmente identificables: Susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto.

- d) Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio del proyecto.
- e) Cuantificables: en la medida del o posible en magnitudes físicas en términos de superficie, volumen tamaño, localización, flujo, momento.

De acuerdo con lo anterior, se seleccionaron en la siguiente tabla, los factores ambientales que pueden provocar impactos positivos o negativos sobre alguno o algunos de sus atributos específicos. Asimismo, se anexa una columna con el indicador ambiental, en donde se explica la forma y criterios que servirán para evaluar las interacciones que se determinen en la matriz de Leopold, por la realización del proyecto.

Tabla V-2. Tabla de Factores Ambientales afectados

FACTOR	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL
FLORA	Abundancia	Superficie de pérdida vegetal. Porcentaje de variación de individuos. Especies protegidas. Tipo de vegetación.
	Diversidad	Superficie de pérdida vegetal. Valor relativo de conservación especies. Especies protegidas. Tipo de vegetación.
FAUNA	Abundancia	Superficie afectada Valor relativo de conservación de especies. Especies protegidas.
	Diversidad	Superficie afectada Valor relativo de conservación de especies. Especies protegidas.
SUELO	Calidad	Contaminación del suelo por hidrocarburos u otro tipo de residuos. Superficie de alteración de terreno natural con materiales pétreos o instalaciones de equipamiento.
	Geomorfología	Erosión Cantidad relativa de recarga Cambios en topografía Riesgo de inundaciones
	Uso de suelo	Variación o cambio de terreno natural y cambio de actividades realizadas en cada tipo de suelo.
AGUA	Calidad	Contaminación de cuerpos de agua superficial o subterránea.
ATMÓSFERA	Calidad	Emisiones de gases y partículas.
	Ruido	Nivel de emisión sonora de maquinaria y equipo. Duración de la obra.
SOCIOECONÓMICOS	Paisaje	Variación en la calidad paisajística. Fragilidad relativa del paisaje
	Empleo	Creación de puestos de trabajo.
	Economía local y regional	Incremento en la actividad económica.

FACTOR	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL
	Infraestructura de servicios	Generación de energía limpia y disminución de energía generada por hidrocarburos.

Una vez identificadas las interacciones, se procedió a construir la matriz de evaluación de impactos ambientales para identificar de manera cualitativa los posibles efectos ambientales que genera la construcción del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V-3. Matriz de identificación de impactos ambientales

IDENTIFICACION DE IMPACTO  
 Adverso (casillas rojas)  
 Favorable o benéfico (casillas verdes)

FACTOR	Fase del proyecto Atributo	Preliminares		Construcción			Reforestación	operación y mantenimiento		Abandono del sitio	
		Desmontes	Despalme	Módulos fotovoltaicos	Obras civiles	Equipamiento e instalación		Puesta en servicio de las instalaciones de la planta fotovoltaica.	Mantenimiento	Desmantelamiento de infraestructuras	Restauración
FLORA	Abundancia	F1	F2				F3				F8
	diversidad	F4	F5				F6	F7			F9
FAUNA	Abundancia	FA1	FA2				FA5				FA8
	Diversidad	FA3	FA4				FA6	FA7			FA9
SUELO	Calidad	S1	S2	S3	S4	S5		S6			
	Geomorfología				S7						
	Uso de suelo				S8	S9		S10		S11	
AGUA	Calidad							A1			
	Escurremientos naturales	A3	A4		A5	A6					A2
ATMÓSFERA	Calidad (gases, partículas)				AT1			AT4		AT6	
	Ruido				AT2			AT3		AT5	
SOCIOECONÓMICOS	Paisajes (composición)			P1		P2	P3				
	Empleo			E1	E2	E3		E4	E5		
	Economía local y regional							EC1	EC2		
	Infraestructura de servicios							INF1			

Impactos ambientales generados sin contar con la autorización de impacto ambiental.

## V.2. Caracterización de los impactos.

Debido al entorno del desarrollo del proyecto, además de la condición que se valora en el presente estudio, donde por una parte se regularizan actividades ejecutadas, como otras en proceso, en donde se prevén alteraciones permanentes al medio y otras temporales, se considera necesaria la determinación de la importancia dado que se permite definir la incidencia de aquellos impactos al medio ambiental. Para aquellas interacciones ya generadas se tendrá en cuenta su condición actual para su debida valorización.

De acuerdo con las experiencias previas con la construcción de huertos solares, se ha demostrado que su efecto es totalmente benéfico, en términos de disminución de contaminantes al ambiente y en el ámbito social con múltiples e incommensurables beneficios.

Derivado de lo anterior, se considera que la importancia de una interacción está relacionada con lo significativa que esta sea, o con una evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La asignación de ese valor numérico de la importancia se basa en el juicio subjetivo de la persona, el grupo reducido o el equipo multidisciplinario que trabaja en el estudio; para el presente asunto en la evaluación y calificación del impacto identificado se ocupará la metodología reducida, propuesta por Conesa Fernández-Vitora (1995), obteniendo una valoración respecto a la importancia relativa.

Las interacciones generadas o impactos ambientales se calificaron con base en el nivel de alteración que ejercieron sobre los factores ambientales, conforme a las siguientes definiciones:

### **Carácter del impacto. -**

Impacto Benéfico (+). Se refiere al carácter positivo de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

Impacto Adverso (-). Se refiere al carácter de afectación de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

### **Intensidad (IN). -**

Es el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que se actúa. La valoración estará entre 1 (afectación mínima) y 12 destrucción total.

### **Efecto (EF). -**

Indica la forma en que se produce el efecto de la obra o actividad proyectada, sobre los factores ambientales; este puede ser directo, e indirecto.

Impacto directo (4), se entiende como aquel que se genera de forma primaria generalmente sobre el sitio del proyecto.

Impacto indirecto o secundario (1), se entiende como aquel que se genera como consecuencia del efecto primario, el que por tanto devendría en causal de segundo orden.

#### **Sinergia (SI).**

Es la acción de 2 o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Se clasifica de la siguiente forma:

No sinérgico (1)

Sinérgico moderado (2)

Altamente sinérgico (4).

#### **Extensión (EX). -**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno.

Puntual. Si el efecto se produce muy localizado (1);

Regional. El efecto no admite una ubicación precisa, pero su efecto pudiera manifestarse en una zona cercana (8).

Local. El efecto admite una ubicación precisa y relativa al entorno de la actividad.

Dependiendo las situaciones intermedias, según su gradación pueden ser:

Parcial (2)

Extenso (4.)

#### **Momento (MO). -**

Tiempo en que transcurre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerando si el tiempo es menor a 1 año que sería inmediato (4), mediano plazo de 1 a 5 años (2), largo plazo si es mayor que a 5 años (1).

#### **Persistencia (PE). -**

Se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios



naturales mediante la aplicación de medidas correctoras. Si dura menos de 1 año es fugaz (1), si dura 1 a 10 años es temporal (2) y si es mayor a 10 años el efecto es permanente (4).

#### **Reversibilidad (RV)-**

Se refiere a la posibilidad de recuperación de las características originales del sitio impactado por medios naturales una vez que la acción deja de actuar en el medio.

Si es a corto plazo se le asigna valor 1.

Mediano plazo (2).

Irreversible el valor será (4).

#### **Recuperabilidad (MC). -**

Posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado. Si es recuperable de manera inmediata se le asigna valor 1, y 2 si es a mediano plazo. Si el efecto es mitigable toma el valor 4 y si es irrecuperable tomará el valor 8.

#### **Acumulación (Ac). -**

Representa el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada. Se clasifica de la siguiente forma:

Simple (1)

Acumulativo (4)

#### **Periodicidad (PR). -**

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente o periódico, irregular o constante. Se clasifica de la siguiente forma.

Efectos continuos 4.

Periódicos 2

Discontinuos o poco probables 1.

Valoración de impactos (Matriz de resultados).

La valoración de los impactos se basa en lo siguiente: *"La manifestación del efecto de las actividades humanas sobre el ambiente de ser caracterizada a través de la importancia del*

*impacto. De acuerdo con Conesa Fernández Vítora (1997), la importancia del impacto se mide “en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”.*

Para determinar la importancia del impacto, considerada como el efecto de una acción sobre un factor ambiental, se utilizó el siguiente algoritmo

$$I = (3(IN) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Como resultado de esta operación, el valor mínimo de impacto que pueda tener una acción es de 13 y el valor máximo es de 100. A continuación, se enlistan los criterios de evaluación:

<b>NATURALEZA</b>		<b>INTENSIDAD (IN)</b> (Grado de destrucción)	
Impacto benéfico	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)		<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b>	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
<b>SINERGIA (SI)</b> (Potenciación de la manifestación)		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
<b>EFEECTO (EF)</b> (Relación causa-efecto)		<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos)		<b>IMPORTANCIA (I)</b>	
Recuperable inmediato	1	$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	

Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

### V.3. Valoración de impactos.

Al aplicar los criterios señalados de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad, le asignó un valor positivo a negativo es decir el carácter benéfico o al reverso de la acción conforme a la matriz de la tabla V-3.

En los impactos benéficos o positivos, no se tomaron en cuenta los atributos de reversibilidad y recuperabilidad, debido a que ambos dependen de la capacidad del área de influencia del Proyecto y siendo impactos favorables, no sería deseable que fuera reversible su efecto y tampoco que su recuperabilidad (la reconstrucción por medios humanos) dado el efecto favorable.

De los resultados, que se obtienen de valorar cada uno de los impactos con su correspondiente valor de sus atributos, se obtiene la matriz de importancia que en si presenta valores numéricos totales, que representan las alteraciones de los factores del medio impactados por las acciones del Proyecto.

A los valores obtenidos de Importancia que se muestran en la siguiente tabla, se le asignó su categoría conforme al siguiente índice básico de acuerdo con la siguiente clasificación:

Tabla V- 4. Índice básico de valoración de los impactos ambientales identificados.

Clasificación de impacto	Índice Básico	Interpretación
Insignificante	0-25	Aquel impacto cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
Moderado	26-50	Aquel impacto cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la recuperación de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
Severo	51-75	Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y aún con estas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
Critico	>75	Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las

---

		condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras
--	--	---

Con base a lo expuesto anteriormente, a continuación, se presenta la valoración obtenida para cada interacción aplicando la metodología seleccionada:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V- 5. Valoración cuantitativa para cada interacción del medio con el proyecto

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapas	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
1	F1	Desmontes para clarificación de terreno.	Preliminares	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	4	-34	MODERADO
2	F2	Reducción de cobertura vegetal por despalmes para desplante de estructuras.	Preliminares	-	1	2	4	4	4	2	4	4	1	2	-32	MODERADO
3	F3	Actividades de reforestación.	Construcción	+	2	2	1	4	0	2	1	4	2	0	24	INSIGNIFICANTE
4	F4	Fragmentación del hábitat.	Construcción	-	1	2	4	2	2	2	1	1	4	2	-25	INSIGNIFICANTE
5	F5	Disminución de superficie de cobertura vegetal y fragmentación del hábitat, por la realización de obras civiles.	Construcción	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
6	F6	Se restituye cubierta vegetal afectada.	Construcción	+	2	2	1	4	0	2	1	4	2	0	24	INSIGNIFICANTE
7	F7	Disminución de superficie de cobertura vegetal y fragmentación del hábitat durante la etapa de operación ante la presencia de construcciones y equipos ajenos al hábitat.	Operación y mantenimiento	-	1	2	1	4	2	2	1	1	1	4	-23	INSIGNIFICANTE
8	F8	Recuperación de la superficie vegetal por restauración del sitio.	Abandono de sitio	+	2	4	1	4	0	2	1	1	2	0	25	INSIGNIFICANTE

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapa	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
9	F9	Incremento de la diversidad por de actividades de restauración del sitio.	Abandono de sitio	+	2	4	1	4	0	2	1	1	2	0	25	INSIGNIFICANTE
10	FA1	Pérdida de nichos para la fauna por desmontes realizados sin contar con autorización de impacto ambiental.	Preliminares	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
11	FA2	Pérdida de nichos para la fauna por despalmes realizados en zonas sin autorización de impacto ambiental.	Preliminares	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
12	FA3	Desplazamiento de fauna y fragmentación de hábitat por instalación de módulos fotovoltaicos.	Construcción	-	1	2	2	2	1	2	1	1	4	4	-24	INSIGNIFICANTE
13	FA4	Desplazamiento de fauna y fragmentación de hábitat por la instalación de infraestructura, construcciones y pavimentaciones.	Construcción	-	2	2	2	4	2	2	1	1	1	2	-25	INSIGNIFICANTE
14	FA5	Se proporcionan espacios para la generación de nichos faunísticos.	Construcción	+	2	2	1	4	0	2	1	4	2	0	24	INSIGNIFICANTE
15	FA6	Se proporcionan espacios para la generación de nichos faunísticos	Construcción	+	2	2	1	4	0	2	1	4	2	0	24	INSIGNIFICANTE

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapas	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
16	FA7	Auyentamiento de fauna, por actividades de operación.	Operación y mantenimiento	-	2	2	2	4	2	2	1	1	1	2	-25	INSIGNIFICANTE
17	FA8	Recuperación de la abundancia de fauna por restauración del sitio.	Abandono de sitio	+	2	4	1	4	0	2	1	1	2	0	25	INSIGNIFICANTE
18	FA9	Incremento de la diversidad faunística por actividades de restauración del sitio.	Abandono de sitio	+	2	4	1	4	0	2	1	1	2	0	25	INSIGNIFICANTE
19	S1	Pérdida de propiedades físicas y químicas del suelo por desmontes.	Preliminares	-	2	2	2	4	4	2	4	4	4	4	-38	MODERADO
20	S2	Pérdida de materia orgánica disminuyendo propiedades físicas y químicas del suelo por despalmes.	Construcción	-	2	2	2	4	4	2	4	4	4	4	-38	MODERADO
21	S3	Compactación y posible contaminación del suelo por la instalación de módulos fotovoltaicos.	Construcción	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-22	INSIGNIFICANTE
22	S4	Compactación y posible contaminación del suelo por presencia de maquinaria y equipo de construcción.	Construcción	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-25	INSIGNIFICANTE
23	S5	Posible contaminación del suelo por la instalación de equipamiento y compactación de terreno.	Construcción	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	-24	INSIGNIFICANTE
24	S6	Posible contaminación del suelo por la operación de equipos y	Operación y mantenimiento	-	2	1	2	2	2	2	1	1	1	4	-23	INSIGNIFICANTE



Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapas	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
		generación de residuos peligrosos.														
25	S7	Alteración geomorfológica del suelo inmediato por obras civiles.	Construcción	-	1	2	4	4	4	1	1	1	4	4	-30	MODERADO
26	S8	Cambio en la vocación natural del suelo como tierra de pastizal y pérdida de espacios para agricultura por desarrollo de proyecto	Construcción	-	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	-36	MODERADO
27	S9	Cambio en la vocación natural del suelo como tierra de pastizal y pérdida de espacios para agricultura.	Construcción	-	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	-36	MODERADO
28	S10	Cambio en la vocación natural del suelo como tierra de pastizal y pérdida de espacios para agricultura	Operación y mantenimiento	-	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	-46	MODERADO
29	S11	Desmantelamiento de estructuras para abandono del sitio.	Abandono de sitio	+	2	4	1	4	0	2	1	1	2	0	25	INSIGNIFICANTE
30	A1	Posible contaminación del agua por uso en servicios durante la operación.	Operación y mantenimiento	-	1	1	2	4	2	1	1	1	1	4	-21	INSIGNIFICANTE
31	A2	Permitirá recuperar espacios para permear agua o generar su acumulación.	Abandono de sitio	+	2	1	2	4	0	1	1	1	1	0	18	INSIGNIFICANTE

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapa	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
32	A3	Pérdida de la captación de agua de lluvia y humedad en el ambiente a causa de los desmontes	Preliminares	-	1	2	1	4	1	2	1	1	4	4	-25	INSIGNIFICANTE
33	A4	Pérdida de retención de agua por alteración de escurrimiento natural	Preliminares	-	1	2	1	4	1	2	1	1	4	4	-25	INSIGNIFICANTE
34	A5	Alteración del flujo de la dinámica hidráulica por las obras civiles, pavimentaciones	Construcción	-	1	1	2	2	4	1	1	1	1	4	-21	INSIGNIFICANTE
35	A6	Alteración del flujo de la dinámica hidráulica por la instalación de equipamiento como son los transformadores.	Construcción	-	1	2	2	1	4	1	1	1	2	4	-23	INSIGNIFICANTE
36	AT1	Generación de gases de combustión y partículas por uso de maquinaria y vehículos de carga para obra civil.	Construcción	-	2	2	4	2	4	1	1	4	1	2	-29	MODERADO
37	AT2	Incremento del nivel de ruido por el uso de maquinaria y equipo para obra civil.	Construcción	-	2	2	4	2	4	2	1	4	1	4	-32	MODERADO
38	AT3	Incremento del nivel de ruido por funcionamiento del equipamiento.	Operación y mantenimiento	-	1	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-28	MODERADO

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapa	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
39	AT4	Disminución regional de gases efecto invernadero, por la generación de electricidad a partir de energía limpia	Operación y mantenimiento	+	4	4	2	4	0	2	4	1	4	0	37	MODERADO
40	AT5	Incremento del nivel de ruido por uso de maquinaria y vehículos de carga para desmantelamiento	Abandono de sitio	-	1	1	4	2	4	1	1	4	1	4	-26	MODERADO
41	AT6	Generación de gases de combustión y partículas por uso de maquinaria y vehículos de carga, para desmantelamientos	Abandono de sitio	-	2	1	4	2	4	1	1	4	1	4	-29	MODERADO
42	P1	Alteración del paisaje natural por la superficie que en conjunto ocuparán las celdas	Construcción	-	4	2	4	4	4	1	1	4	4	4	-42	MODERADO
43	P2	Alteración del paisaje por la introducción de equipamiento ajeno al entorno natural	Construcción	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	-36	MODERADO
44	P3	Mejoramiento del paisaje por la introducción de vegetación	Construcción	+	1	2	2	4	0	1	1	4	4	0	23	INSIGNIFICANTE
45	E1	Generación de oportunidades de empleo por instalación de módulos fotovoltaicos	Construcción	+	1	1	4	2	0	2	1	1	2	0	17	INSIGNIFICANTE
46	E2	Generación de oportunidades de empleo para la construcción de obra civil.	Construcción	+	1	1	2	2	0	2	1	1	1	0	14	INSIGNIFICANTE

Consecutivo	Interacción	Descripción del impacto o de la interacción	Etapas	Carácter	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
47	E3	Generación de oportunidades de empleo para instalación de equipamiento.	Construcción	+	1	1	2	2	0	2	1	1	1	0	14	INSIGNIFICANTE
48	E4	Generación de oportunidades de empleo durante la etapa de operación	Operación y mantenimiento	+	1	1	2	2	0	2	1	1	1	0	14	INSIGNIFICANTE
49	E5	Generación de oportunidades de empleo durante la etapa de mantenimiento	Operación y mantenimiento	+	1	2	2	2	0	2	1	1	2	0	17	INSIGNIFICANTE
50	EC1	Incremento de la economía local y regional por la operación de la planta	Operación y mantenimiento	+	2	4	2	4	0	2	4	1	4	0	31	MODERADO
51	EC2	Incremento de la economía local y regional por las actividades de mantenimiento a la planta	Operación y mantenimiento	+	1	4	2	2	0	2	4	1	2	0	24	INSIGNIFICANTE
52	INF1	Se incrementa la capacidad energética de la región beneficiando a más habitantes con energías limpias	Operación y mantenimiento	+	4	4	2	4	0	2	4	1	4	0	37	MODERADO

### V.3.1 Valoración de Impactos Ambientales.

Derivado de los resultados anteriores de las 52 interacciones se obtuvieron 20 impactos ambientales de carácter positivo o favorables y 32 de carácter negativo o adversos.

En cuanto a su importancia, para su clasificación de cada interacción se utilizó la siguiente referencia:

Tabla V- 6. Resultados de la valoración de impactos.

Clasificación de impacto	Índice Básico	Cantidad de impactos identificados por clasificación
Insignificante	0-25	32
Moderado	26-50	20
Severo	51-75	0
Critico	>75	0
Total		52

Cabe señalar que la metodología seleccionada para la presente evaluación incluye un paso para la determinación de la magnitud del impacto; esto con base en la homogenización de valores a través de indicadores de impacto ambiental. Sin embargo, esta parte de la metodología es rebasada para el presente asunto, debido a que esos conceptos son del todo aplicables en proyectos en donde se prevé o como en este caso, se hubiera determinado por el trabajo de campo y antecedentes, que una acción hubiera afectado de manera regional las condiciones ambientales y es preponderante determinar en qué grado o magnitud se generó o se fuera a generar. Para este caso, se considera suficiente la determinación de la importancia, dado que se permite definir qué acciones o actividades del proyecto son las que generaron o generarán mayores impactos al medio ambiente, en el entendido de que se valoran actividades en un terreno definido y que no tienen repercusiones severas o críticas en el ambiente, dada la naturaleza de estas. Aunado a lo anterior, la principal virtud de proyectos como el que nos ocupa es en beneficio al ambiente de manera indirecta, en cuanto a la posibilidad de generar energía eléctrica sin gases de efecto invernadero.

En otro orden de ideas, continuando con la metodología, a los resultados antes obtenidos, se generó una matriz depurada de los impactos generados que son moderados o significativos. Para ello se excluyeron del proceso de cálculo aquellas casillas que presentaron efectos con valores poco relevantes, es decir, iguales o menores a 25 puntos (ver tabla V-5), dado que representan interacciones cuya importancia hacia el medio es insignificante o cuyo impacto puede eliminarse sin la aplicación de medidas de mitigación.

Finalmente, las casillas de cruce que representan efectos con impacto moderado y son los que componen la matriz de cálculo o matriz de importancia depurada.

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas indican las acciones más agresivas, las poco agresivas (bajos valores negativos). La suma de importancia de cada elemento tipo por filas indican los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V- 7. Valoración cuantitativa para cada interacción del medio con el proyecto

IDENTIFICACION DE IMPACTO		Preliminares		Construcción			Operación	Abandono del sitio	
FACTOR	Atributo	Desmontes	Despalme	Instalación de módulos fotovoltaicos	Obra civil	Equipamiento	Puesta en servicio de las instalaciones de la planta fotovoltaica	Desmantelamiento de infraestructuras	Sumatoria por factor
FLORA	Abundancia	-34	-32						-66
	diversidad		-32						-32
FAUNA	Abundancia	-37	-37						-74
SUELO	Calidad	-38	-38						-76
	Geomorfología				-30				-30
	Cambio de uso de suelo				-36	-36	-46		-118
ATMÓSFERA	Calidad				-29		37	-29	-21
	Ruido				-32		-28	-26	-86
SOCIOECONÓMICOS	Paisaje			-42		-36			-78
	Economía local y regional						31		31
	Infraestructura de servicios						37		37
	Recuento por actividad	-109	-139	-42	-127	-72	31	-55	-513

Impactos ambientales generados sin contar con la autorización de impacto ambiental.



De acuerdo con lo anterior, en la matriz depurada de cuantificación de impactos ambientales, se determinaron 21 interacciones, entre las 7 diferentes actividades generales, relativas a la preparación del sitio o preliminares, construcción y operación, y los 11 factores del medio. Asimismo, se identificaron 18 impactos ambientales adversos y 3 favorables o positivos en su mayor parte generados en la etapa de operación y mantenimiento.

Las actividades del proyecto que generaron mayores impactos ambientales son el despalme, desmontes y las obras civiles, asimismo, se prevé que la etapa de operación conlleve efectos favorables al ambiente por la puesta en marcha del huerto solar.



Figura V- 1. Actividades del proyecto que generarán mayores impactos ambientales.

Se encontró que el factor ambiental más afectado por las actividades del proyecto es el suelo y la atmósfera, esto principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

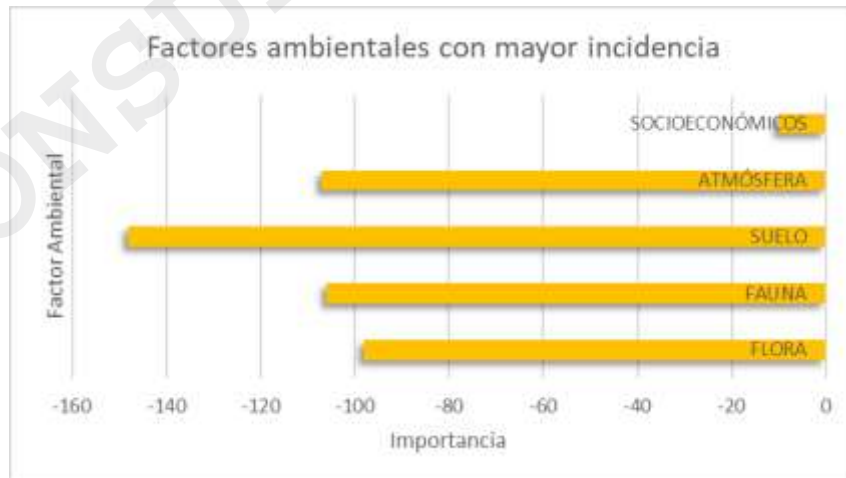


Figura V- 2. Factores ambientales que tuvieron mayores impactos ambientales por el proyecto.

La etapa de actividades preeliminares fue la que mayor incidencia tuvo al ambiente.

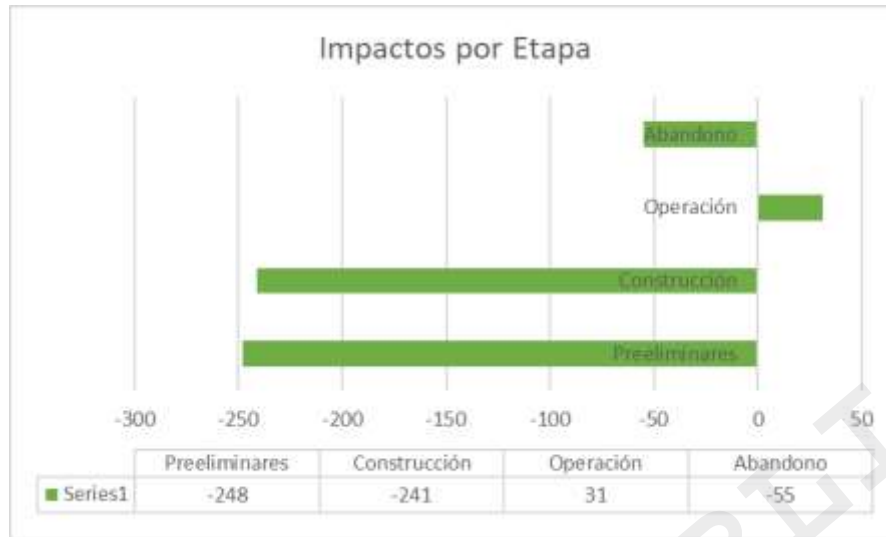


Figura V- 3. Impactos ambientales generados por etapa

En cuanto a las principales alteraciones a los sub factores ambientales son el cambio de uso de suelo, el paisaje y la generación de ruido, así como, la abundancia y diversidad de flora y fauna, todos con una calificación de efectos moderados.

Asimismo, conforme a una valoración absoluta (suma algebraica de la importancia de cada elemento por columna) nos indica un valor general del impacto de -513 unidades, cantidad que conforme a la escala que se muestra en la siguiente tabla, resulta como un impacto moderado, esto a que en la valoración se han considerado todas las etapas del proyecto y como ha sido señalado, se contabilizaron 3 impactos ambientales favorables (aunque moderados).

No se registraron valores para impactos severos y críticos.

Tabla V- 8. Índice de Valoración de impacto total del proyecto.

Rango	Representación
-1 hasta -250	Muy Bajo Impacto
-251 hasta -500	Bajo Impacto
-501 hasta -750	Impacto Moderado
-751 hasta -1000	Alto Impacto

### V.3.2. Descripción de los impactos identificados

En este apartado se describen los impactos ambientales identificados que tuvieron el carácter de moderado, es decir, se excluye en su análisis aquellos de valoración insignificante.

Tabla V- 9. Descripción de impactos ambientales identificados

INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
F1, F2, F5	Reducción de cobertura vegetal por afectaciones de desmontes y cubierta vegetal.	Preliminares	ADVERSO MODERADO	<p>La vegetación de pastizal inducido que se encontraba en la zona del proyecto afectada por desmontes y despalmes principalmente para construcción de obra civil, sin embargo, el mayor espacio que ocupa el proyecto es en la instalación de paneles solares, en donde no fue necesaria la remoción de la capa vegetal y hoy en día ha florecido sin interferir con el proyecto y viceversa, por lo que, no será necesario quitarla.</p> <p>En cuanto a las especies arbóreas, de acuerdo con los informes de cumplimiento de la autorización de cambio de uso de suelo y con los levantamientos en campo para conocer el estado actual en sitio, se identificaron elementos forestales de las especies <i>Acacia schaffneri</i> (<i>Vachelia schffneri</i>) que fueron afectadas por las actividades de desmonte.</p> <p>Se advierte que la disminución de área vegetal propicia la pérdida de diversidad, al interrumpirse los flujos normales biológicos de propagación de especies, por la barrera que conformará el proyecto respecto a la planicie del sitio. Es por ello que el Programa de Compensación, pretende restituir la cobertura vegetal perdida por la instalación del proyecto en sitios adyacentes.</p> <p>Este tipo de vegetación en el proyecto y área de influencia y las características principales de esta comunidad vegetal quedaron ampliamente explicadas en los Capítulo IV de este documento.</p> <p>En general se trata de una alteración que se prevé no genera impactos residuales.</p> <p>El impacto a este recurso se considera moderado, sin embargo, se compensará mediante actividades de reforestación programada.</p> <p>El reconocimiento de campo indica que no ocurrirá perturbación o destrucción de las especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción, en el área del proyecto ya que</p>

INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
				<p>como se ha mencionado no se encontraron especies con algún estatus de riesgo en dicha norma.</p> <p>Se ha considerado en la evaluación de este impacto que el proyecto conserva el 49.9 % (56.2649 ha) del terreno sin ocupación alguna y que en las áreas con ocupación permanente de manera particular en donde se ubican los paneles solares que es de 55.0833 ha, la flora ha resurgido naturalmente conforme a las características del sistema ambiental.</p>
<p><b>FA1, FA2</b></p>	<p><b>Alteraciones a la fauna por despalmes y desmontes.</b></p>	<p><b>Preliminares</b></p>	<p><b>ADVERSO MODERADO</b></p>	<p>La construcción de la obra descrita en el Capítulo II de esta manifestación, generaron impactos a corto y mediano plazo sobre la fauna silvestre, pero estos serán parciales en su extensión. Reduciéndose a la superficie afectada que no contaba con autorización de impacto ambiental.</p> <p>Se impactó al refugio y alimentación de fauna, dado que estos espacios eran un área que servía como sitio de alimentación para especies de fauna silvestre, los cuales se vieron reducidos tanto por la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Para algunas especies, la existencia de cruces abiertos aumentaría la probabilidad de mortalidad por depredación, así como la interrupción de patrones de reproducción. Sin embargo, se considera un impacto moderado, ya que se conserva el 49.9 % de la superficie total del proyecto (56.2649 ha) de áreas sin ocupación, permitiendo así el restablecimiento de áreas de alimentación y refugio de la fauna existente en el sitio, efecto similar en las 19 zonas de paneles solares, donde la flora ha resurgido de manera natural compensando la afectación a la fauna. Así mismo, la ejecución del programa de rescate y reubicación de fauna coadyuvará en el restablecimiento de las especies.</p> <p>Adicionalmente, se consideró que, si bien existe una delimitación física del terreno, este permitirá la movilidad de especies de talla pequeña y voladoras.</p> <p>En los muestreos del polígono del proyecto, se determinaron 18 especies de vertebrados determinándose 3 en condición de Protección Especial, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas de la clase Aves, sin afectación alguna.</p>

INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
S1 y S2	Alteración a las propiedades físicas y químicas del suelo por desmontes y despalmes.	Preliminares	ADVERSO MODERADO	<p>La disminución de la capa vegetal y densidad arbórea, provocará en un mediano plazo, pérdida de suelo debido a la erosión, por la falta de la cubierta vegetal.</p> <p>Adicionalmente se consideró que los suelos pudieron verse contaminados con materiales tóxicos debido a derrame accidental de combustibles y lubricantes por la presencia de maquinaria y vehículos de carga. Sin embargo, se consideró que existe un sistema de seguimiento ambiental en el sitio sin que se reportaran incidentes al respecto y que la maquinaria, equipo cuenta con mantenimiento preventivo y que no se observaron evidencias en campo de incidentes.</p> <p>En la prevención de la erosión, se valoró que para las obras motivo del presente estudio, la afectación de cubierta vegetal en términos relativos a la masa existente en los sitios de obra fue mínima dado que en la zona de paneles fotovoltaicos que es la de mayor extensión, se conservó la vegetación del primer estrato. Aunado a ello, se realizan actividades de reforestación conforme al programa correspondiente.</p> <p>Adicionalmente, se valoró que, durante el proceso constructivo, se instalaron zonas de almacenamiento de sustancias peligrosas, no así de combustible, el cual fue suministrado por los contratistas directamente. Así mismo, se considera que la capacitación de los empleados sobre el uso adecuado, las prácticas seguras de manejo de material para evitar derrames, los procedimientos o acciones a emprender en caso de que ocurra un derrame y los procedimientos para una limpieza inmediata o la mitigación de derrames. En caso de que el suelo se contamine, los procedimientos y niveles de limpieza, se apegarán a la normatividad aplicable de acuerdo con el tipo de material derramado.</p>
S7	Alteración geomorfológica del suelo inmediato por obras civiles.	Construcción	ADVERSO MODERADO	<p>Para efectos de la valoración de los impactos a este factor ambiental, calificándolo como un impacto moderado, se tiene por hecho, que no se realizaron excavaciones profundas para obra civil y que en su caso han sido excavaciones superficiales para nivelación de terreno y colocación de cables y otros aditamentos.</p> <p>De tal forma que, los impactos potenciales a la topografía del sitio no fueron significativos dado la condición fisiográfica del sitio, donde se presentan pendientes en promedio de 2.5° por lo que, la mayoría del terreno es plano. El apilado de materiales de construcción y las excavaciones ocasionaran una alteración en la topografía, pero no será significativo dada las condiciones fisiográficas.</p>

INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
				Después del cierre, las obras eléctricas permanecerán como modificación temporal a la topografía, pero con las medidas de mitigación el impacto será revertido.
S8,S9 Y S10	Cambio en la vocación natural del uso de suelo.	Construcción	ADVERSO MODERADO	<p>El presente proyecto considera las afectaciones realizadas a espacios que no se encontraban reportados en la MIA – P autorizada, instalando 19 bloques de paneles solares, subestación elevadora y caminos internos, con una ocupación permanente equivalente al 50.1% (56.5636 ha) del área total del proyecto, de los cuales el 96.0% (108.3534 ha) son de Pastizal Inducido, 2.2% (2.4828 ha) de Matorral Crasicaule y 1.8% (1.9923 ha) de pastizal natural y que en consecuencia no contaban con autorización de impacto ambiental.</p> <p>Este impacto se determina como moderado, dado que se trata de una superficie relativamente pequeña respecto a la superficie previamente autorizada para cambio de uso de suelo en la perimetral del proyecto. Por otra parte, se consideró que el cambio en la vocación del suelo puede propiciar indirectamente el crecimiento de las comunidades cercanas alrededor del proyecto u otras nuevas generando a su un aumento en cambio de uso de suelo.</p>
AT1 AT2	Generación de gases de combustión y partículas por uso de maquinaria y vehículos de carga, para obra civil.	Construcción	ADVERSO MODERADO	<p>Las obras civiles como son cimentaciones y estructura, así como la colocación de pisos y pavimentos, generaron efectos temporales e incrementaron la contaminación del factor aire por la emisión de gases de combustión y generación de partículas suspendidas por el uso de maquinaria, equipos y paso de vehículos de carga.</p> <p>Dada la ubicación del trazo del proyecto, así como a las condiciones meteorológicas actuales de la región, se valoró como un impacto moderado. Aunado a ello, se utilizaron equipos que tienen mantenimiento preventivo, esto como una medida de mitigación.</p>
AT3	Incremento del nivel de ruido por el uso de maquinaria y equipo para obra civil.	Construcción	ADVERSO MODERADO	<p>Las obras civiles como son cimentaciones y estructura, así como la colocación de pisos y pavimentos, generaron efectos temporales por contaminación de emisiones sonoras considerándose rangos de entre 90 a 113 DB en algunas actividades, todo ello por el uso de maquinaria y equipos.</p> <p>Esta alteración del nivel sonoro se valoró como un impacto moderado, por las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ubicación del proyecto,</li> </ul>

INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Las condiciones actuales del nivel de ruido en las zonas inmediatas al trazo del proyecto, si bien existieron alteraciones se considera que fueron temporales y periódicas.</li> <li>Es un impacto de tipo directo, pero se generó lejos de comunidades urbanas, por lo que no se causaron afectaciones a personas.</li> <li>Las actividades que lo originaron no se realizaron de forma continua.</li> </ul>
AT4	Disminución regional de gases efecto invernadero, por la generación de electricidad a partir de energía limpia	Operación y mantenimiento	BENÉFICO MODERADO	<p>Uno de los principales beneficios indirectos de la puesta en marcha del parque solar, es en lo referente a la emisión de gases de efecto invernadero, dado que la energía eléctrica generada, no producirá ningún tipo de emisión de gases, siendo una de las formas de generación de energía eléctrica más limpias que se conocen. Se puede prever que, a futuro y a nivel regional, por la instalación de otras plantas similares, pudieran generar un efecto acumulativo, que pudiera incrementar el nivel de impacto de una forma favorable.</p> <p>Se prevé que únicamente, se generarán gases de los vehículos relacionados con la operación del proyecto, siendo estos niveles irrelevantes.</p> <p>En cuanto a las emisiones de ruido serán únicamente las que generen los vehículos y la maquinaria utilizados, por ello se afirma que estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la NOM-080-SEMARNAT-1994.</p>
P1 Y P2	Alteración del paisaje natural por la superficie que en conjunto ocuparán las celdas.	Construcción	ADVERSO MODERADO	<p>Conforme a la vegetación presente en el sitio del proyecto (mapa de vegetación), este se caracteriza por la presencia asociada al pastizal inducido y natural, además de áreas de cultivo y zonas de agostadero próximas. El pastizal Inducido es el tipo de vegetación que cobra mayor importancia económica, cultural, de aprovechamiento y conservación.</p> <p>De acuerdo a la evaluación paisajística realizada en el capítulo IV del presente estudio, se determina que en el área del proyecto existe un valor relativo del paisaje, con una calidad ambiental baja, debido a que el área de estudio se encuentra impactada levemente por actividades realizadas con anterioridad, así mismo se considera que la Fragilidad Visual es baja, es decir, por la naturaleza del proyecto el paisaje tiene la capacidad de absorber los impactos, ya que es un lugar con cobertura arbórea no significativa y por lo tanto el proyecto, no conducen a una modificación importante del paisaje.</p>



INTERACCION	DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN	ETAPA	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
				<p>Adicionalmente, el área de influencia del proyecto a nivel regional cuenta con elementos de valor escénico por su topografía y su formación vegetal con un bosque de Encino, Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal Natural e Inducido y Agricultura de Riego y Permanente por lo que desde varios puntos del área la orografía y cuentan con excelente visibilidad y transparencia atmosférica, con gran potencial paisajístico por su calidad visual y del fondo escénico con buena capacidad de absorber los cambios que produzca el establecimiento del parque solar fotovoltaico.</p> <p>De lo anterior se desprende que el impacto del proyecto por el establecimiento del parque solar fotovoltaico, no conducen a una modificación importante del paisaje. Sin perjuicio de esto, se consideró como un impacto moderado en cuanto a la reducción de la vegetación, las alteraciones relacionadas al suelo y cierto nivel la armonía.</p>
EC1	Incremento de la economía local y regional por las actividades de mantenimiento a la planta	Operación y mantenimiento	BENÉFICO MODERADO	<p>El componente socioeconómico es el mayormente beneficiado por la puesta en marcha del proyecto, ya que las obras de energía eléctrica hacen posible el desarrollo en un aspecto general, mejora la productividad de la región, así como la calidad de vida de las personas. Es de especial importancia en la economía ya que influye directamente en todas las actividades productivas de cualquier región, generando empleos directos como indirectos (700 empleos directos temporales) y 20 empleos directos permanentes durante la etapa operativa.</p> <p>Por tal razón se calificó con un impacto moderado.</p>
INF1	Se incrementa la capacidad energética de la región beneficiando a más habitantes con energías limpias	Operación y mantenimiento	BENÉFICO MODERADO	<p>Se valoró este impacto ponderando su capacidad de generación de energía eléctrica es obtenida de un recurso renovable como la energía solar respecto a las afectaciones ambientales que ha generado su construcción y luego en su operación.</p> <p>De tal forma que su operación será equivalente al servicio requerido para suministrar energía eléctrica a 77, 054 hogares.</p>

## V.5. Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos, así como los criterios de temporalidad nos permite concluir que los impactos residuales del proyecto son los impactos que se identificaron como permanentes, es decir, los impactos que no se disipan con el tiempo, que son los siguientes:

- a. Pérdida de cobertura vegetal por desmontes y despalmes.
- b. Modificación de hábitat de pequeñas especies y aves.
- c. Alteración al suelo.
- d. Modificación al paisaje debido a la remoción total de la vegetación existente para la colocación de módulos fotovoltaico.

El impacto sobre la pérdida de cobertura vegetal y modificación de hábitat, aun cuando se consideran impactos permanentes y en consecuencia residuales, serán compensados mediante la aplicación de los Programas de Reforestación y Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna para mitigar el impacto ambiental.

En cuanto a las afectaciones al suelo, se considera que, si bien existían suelos de cobertura forestal natural, el tipo de vegetación presente (PI) son consecuencia del desmonte por actividades agrícolas o quemas frecuentes ya que este tipo de vegetación se mantiene mientras la actividad humana que lo afecta permanece.

El proceso de evaluación de impacto ambiental significa, en definitiva, que se mantiene una relación permanente con la acción humana a emprender, desde su fase de diseño hasta la etapa de abandono. Desde el momento en que se inicia la etapa de construcción y sobre todo durante la operación y el abandono, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. La idea es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente.

Entre las acciones de seguimiento que se proponen para minimizar y atenuar los impactos residuales, se encuentran:

- a) Monitoreo de calidad de agua, aire, suelo y generación de residuos.
- b) Muestreos de flora y fauna usados como bioindicadores.

- c) Informes sobre situación ambiental del proyecto y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- d) Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.
- e) Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

Se puede considerar que los impactos generados por la obra en su mayoría son de una intensidad baja a moderados, temporales, reversibles y perfectamente mitigables. Los trabajos de prevención y mitigación que se ha venido aplicando incluyen la reforestación con las especies nativas de mayor valor ecológico y económico, con lo que habrá un efecto positivo sobre el medio, además del indiscutible beneficio de la ejecución del proyecto.

La transformación escénica generada por la instalación del parque solar fotovoltaico puede considerarse una alternativa para mejorar la calidad de vida a través de generación de empleos directos e indirectos, sin embargo, una de las características de este tipo de proyectos, es que no requieren a gran cantidad de empleados directos, pero de manera indirecta se requerirá la contratación de servicios y adquisición de insumos para mantenimiento.

El principal beneficio del proyecto a nivel social será indirecto, por la generación de energía eléctrica, sin la emisión de contaminantes atmosféricos que contribuyen al efecto invernadero.

Con el análisis del mapa agrario, límites político administrativos, límites de la provincia fisiográfica - florística, límites de las cuencas, subcuencas y diagnóstico ambiental y su respectivo análisis, se definió que el área de influencia ambiental es de carácter puntual, limitado exclusivamente a los sitios donde se perturbara vegetación natural (indirectamente) y suelo forestal, mismos que están señalados en todos los mapas presentados, mientras que el beneficio social es de carácter amplio.

#### **V.6. Impactos acumulativos.**

Actualmente en la zona del proyecto no existe actividad industrial que haya generado impactos residuales, que se pudieran acumular a los que hasta este apartado se han identificado y evaluado, por lo que con la ejecución del proyecto tiene como uno de sus objetivos, mejorar la situación tanto ambiental como social y económica de la región.

Los impactos que genere el desarrollo del proyecto pudieran ser acumulativos para los proyectos futuros que se contemplen desarrollar en esta región. Es por ello, que se busca aplicar medidas de mitigación para aquellos efectos adversos que generen las acciones de las obras en el proyecto de la instalación del parque solar fotovoltaico y además fortalezcas aquellos efectos favorables que pudieran existir.

## V.7. Conclusiones.

Dada la valoración realizada en el presente capítulo, se cuenta con elementos para emitir una conclusión sobre los principales efectos generados por las obras y en su caso de aquellos impactos ambientales que pudieran generarse en los meses siguientes de obra.

En este punto es necesario volver a señalar que, de los 21 impactos ambientales identificados en la matriz depurada, 14 fueron previamente generados y los restantes 7 son impactos que serán generados a partir del inicio de la etapa de operación.

Por lo que, considerando los diferentes elementos involucrados por la realización de las obras, se concluyó que, si bien el impacto a los componentes ambientales suelo, flora y atmósfera presentan el mayor impacto, estos no son significativos dado que el sistema ambiental absorberá en parte sus efectos de manera natural, aunado a las medidas preventivas, mitigación y compensación que se han venido aplicando y de aquellos programas tales como la reforestación.

El cambio de uso de suelo representa uno de los mayores impactos ambientales identificados, en cuanto al cambio de su vocación original, se determinó que en su mayor parte el terreno que era de vocación pastizal inducido, por lo que, previamente había sido alterado por actividades antropogénicas. Desde otro enfoque, el cambio de uso de suelo conlleva a que, a mediano plazo, se pudieran incrementar los núcleos poblacionales que demanden de igual forma cambios de uso de suelo y que incrementará la demanda de servicios; como impacto favorable sería que traería consigo otras oportunidades de empleo que el mismo proyecto podría generar.

El incremento de la erosión y la alteración de la disponibilidad del suelo para el establecimiento de vegetación, aunque en un nivel insignificante, es innegable, por ello, es esencial la forestación del lugar con especies nativas, de esta manera se contribuye a que el proyecto tenga una visión ambiental, ya que los árboles impiden la erosión, el desgaste del suelo por el viento y la lluvia, así mismo contribuye a la retención de humedad, aumentan la capacidad de la tierra para capturar y almacenar reservas de agua, y sin lugar a duda, son el principal hábitat de especies de plantas y animales que tienen funciones de gran interacción con el ser humano.

El componente socioeconómico es el mayormente beneficiado por la puesta en marcha del proyecto, ya que las obras de energía eléctrica hacen posible el desarrollo en un aspecto general, mejora la productividad de la región, así como la calidad de vida de las personas. Es de especial importancia en la economía ya que influye directamente en todas las actividades productivas de cualquier región, generando empleos directos como indirectos (700 empleos directos temporales) y 20 empleos directos permanentes durante la etapa operativa.

Uno de los componentes con mayor incidencia es el nivel de ruido, sin embargo, su efecto fue mitigado debido a la ubicación del sitio en una zona rural con una baja densidad de población, así como que las actividades fueron realizadas de manera temporal y de forma intermitente.

Como se mencionó en el apartado V.5, los impactos residuales existirán, pero en su mayoría, es factible aplicar medidas de compensación que permitirán desarrollar el proyecto de manera controlada. El proyecto en general tiene un enfoque ecologista con lo que se asegura que su ejecución permitirá mitigar impactos tanto del proyecto mismo, como de la zona que lo rodea, al mismo tiempo que busca potenciar la economía regional y la conservación natural.

### **Referencias.**

CONESA FERNÁNDEZ VITÓRA, 1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid.

DOMINGO GÓMEZ OREA Y MA. TERESA GÓMEZ VILLARINO, 2013, Evaluación de Impacto Ambiental, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

GOOGLE EARTH, 2020. Digital Globe, Datos de mapa Google Earth, Google 2020.

INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos, Distrito Federal. Clave geoestadística 09014. 2009. 4 pp.

CONSULTA PÚBLICA

---

IBERIA RENOVABLES DURANGO S.A.P.I. DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

---

## Capítulo VI

---

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

## Contenido

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	3
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental. ....	4
<b>Tabla VI- 1. Medidas propuestas.....</b>	<b>6</b>
<b>VI.2 Programa de vigilancia ambiental .....</b>	<b>15</b>
<b>VI.2.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental: .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla VI- 2. Programa de Prevención Ambiental.....</b>	<b>17</b>
<b>VI.2.2. Calendario de Ejecución.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla VI- 3. Calendario de ejecución de medidas. ....</b>	<b>26</b>
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo).....	36
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	36



## **CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

En este capítulo se dan a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar los impactos que el proyecto genera al ecosistema.

En este punto es necesario mencionar que ya se cuenta con un programa de vigilancia ambiental, el cual, se ha venido aplicando dada la autorización en materia de impacto ambiental previamente obtenida (Anexo 8). Sin embargo, actualmente de acuerdo con lo mencionado en los capítulos anteriores, se encuentran en ejecución algunas actividades principalmente la colocación de instalaciones y equipamiento.

El proyecto fue diseñado para la instalación de un parque solar fotovoltaico para el aprovechamiento y transformación de energía solar a energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos de silicio policristalino y se apegó a los principios normados por la legislación ambiental aplicable. En este sentido la planificación ambiental, para un manejo correcto del proyecto en cuanto a su diseño constructivo y operación se recurrió a expertos en la materia.

Las medidas que en el presente capítulo se establecen, están propuestas por una parte como aquellas preventivas que evitaron generar impactos ambientales no previstos o que fueron determinados como insignificantes, y, por otro lado, las medidas o programas específicos que han permitido mitigar aquellos impactos ambientales que fueron identificados como moderados en el capítulo anterior, y que han sido generados por las actividades realizadas sin contar con autorización de impacto ambiental. De la misma forma para la etapa de operación y mantenimiento se hace un planteamiento de medidas.

La identificación de medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, se sustenta en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas. Por otra parte, los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el enfoque ambiental y un cuidado especial durante la etapa de construcción.

## **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.**

Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que se han venido aplicando o aquellas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el efecto de aquellos fenómenos que tiendan a limitar la potencialidad productiva del suelo.

Para la presentación de las medidas de mitigación, se consideró en primera instancia la agrupación de acuerdo con el factor ambiental, el propósito de la medida y la temporalidad u orden cronológico de aplicación.

### **a) Medidas preventivas.**

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos que pudieran registrarse por causa de la realización o como resultado de las actividades del proyecto, en cualquiera de las etapas de que está compuesto. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño proyecto y su forma de ejecución a fin de evitar o en un caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo es el más importante por la trascendencia de la prevención.

Según Conesa (2010), se consideran medidas preventivas, todas aquellas acciones introducidas en el proyecto, que dan lugar a la no aparición, de efectos nocivos sobre determinados factores, que si tuvieran lugar en el caso de que aquellas no se establecieran.

### **b) Medidas de mitigación**

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aun y con la aplicación de medidas

preventivas. Los impactos que por lo general requieren de este tipo de medidas son aquellos que inevitablemente se generarán.

**c) Medidas de restauración**

También denominadas como de corrección o de rehabilitación. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstituir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño del proyecto, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración del o los componentes o factores del medio y previamente evaluadas las condiciones reales en que se queda en el área del proyecto una vez ejecutada la obra o la etapa.

**d) Medidas de compensación**

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

Conforme a los elementos expuestos anteriormente, se presenta a continuación una tabla que contiene las medidas propuestas para las actividades pendientes y otras que se han venido aplicando en el sitio.

Para efectos de abreviación, del contenido que se muestra en las siguientes páginas se consideró la siguiente nomenclatura:

P=Medida preventiva.

M= Medida de mitigación.

MR= Medida de restauración.

MC=Medida de compensación.

Tabla VI- 1. Medidas propuestas.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M1	M	FLORA	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	PRELIMINARES	Mitigar la disminución de superficie vegetal	Durante la etapa de preparación del terreno se ejecutó un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, poniendo especial atención a las especies de lento crecimiento, de interés ecológico y aunque no se encontraron especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies enlistadas forman parte de los objetivos principales del programa.
M2	P	FLORA	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la disminución de superficie vegetal	Se comunica a los trabajadores y personal relacionado la obligación de conservar y respetar a la vegetación que se encuentren en las zonas de maniobras no prevista para afectación, los cuales por ninguna razón podrán utilizarse en alguna actividad relacionada con la obra. Para ello se colocaron letreros alusivos al cuidado y protección de flora y se mantienen platicas de concientización ambiental.
M3	M	FLORA	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	PRELIMINARES	Aprovechar los residuos vegetales.	El producto de los desmontes ha sido apilado en zona libre del terreno a fin de conformar una barrera biológica que permita la proliferación de fauna como son reptiles o pequeños mamíferos.  En cuanto a la capa vegetal, esta se utilizará en las actividades de reforestación como colchón o sustrato.
M4	MC	FLORA	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	CONSTRUCCIÓN	Restaurar las afectaciones a la vegetación.	Para reforestar sólo se contempla el uso de especies nativas y en estricto apego al Programa de Compensación del proyecto.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M5	P	FLORA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	CONSTRUCCIÓN	Prevenir afectaciones a la flora	Para evitar propagación de incendios, dadas además las características de la zona, se instalaron letreros preventivos e informativos para evitar incendios.
M6	P	FLORA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	CONSTRUCCIÓN	Prevenir afectaciones a la flora	Se cuenta con letreros alusivos a la conservación de los recursos de flora silvestre, para prevenir la destrucción de la vegetación fuera del área autorizada del Proyecto.
M7	P	FAUNA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	PRELIMINARES	Evitar afectaciones a la fauna	Previo a las actividades de remoción de vegetación, se realizaron actividades que permiten el alejamiento de la fauna a otro lugar lejano al área de trabajo, así como la reubicación de especies con algún estatus de conservación, poniendo énfasis en aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
M8	P	FAUNA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	PRELIMINARES	Evitar afectaciones a la fauna	Se realizó la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna.
M9	MC	FAUNA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	CONSTRUCCIÓN	Compensar afectaciones a la fauna	Se propone la reforestación y/o enriquecimiento en áreas adyacentes al proyecto con especies nativas de la región, para ello se aplica un Programa de Compensación. Con dicha medida, se permitirá a mediano plazo el regreso a su hábitat de especies, recuperándose la diversidad y abundancia.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M10	P	SUELO	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la contaminación del suelo	Para el manejo de la basura generada durante la ejecución del proyecto, se habilitaron contenedores señalizados para depositar los residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales tienen las siguientes características; contenedor para almacenar RSU no utilizables de color gris, contenedor para almacenar RSU reutilizables color amarillo y contenedor para almacenar residuos sólidos orgánicos de color verde, de lo contrario los contenedores deberán ser etiquetados.
M11	P	SUELO	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la contaminación del suelo	Para evitar esparcimiento de aceites, lubricantes o cualquier otro hidrocarburo empleado durante las etapas del Proyecto se cuenta con tambores de 200 litros para recolección de estopas, o materiales contaminados a fin de darles un manejo como residuos peligrosos a través de una empresa autorizada. Todo ello dentro de un área confinada y acondicionada para evitar permeación de fugas o derrames.
M12	M	SUELO	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la contaminación del suelo	En caso de generarse un derrame de residuos peligrosos al suelo de manera accidental se debe ejecutar el procedimiento de saneamiento de estos suelos previsto en el Programa de Vigilancia Ambiental
M13	P	SUELO	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la contaminación del suelo	Con la finalidad de evitar descomposturas que en la maquinaria y equipo utilizado en los frentes de trabajo y evitar cualquier compostura en <i>in situ</i> , o en su caso algún derrame de combustible como resultado de la afectación, se obliga a los contratistas, proporcionar mantenimiento periódico preventivo.  Con ello disminuyen las probabilidades de descomposturas inoportunas que de manera indirecta provoquen afectaciones al suelo.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M14	M	SUELO	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevenir la contaminación del suelo	Se cuenta con letrinas en los diferentes frentes de trabajo a fin de cubrir las necesidades de los trabajadores. Para ello se determinaron puntos de ubicación intermedios.  Dichas letrinas cuentan con mantenimientos programados.
M15	M	SUELO	GEOMORFOLOGÍA	CONSTRUCCIÓN	Disminuir las alteraciones a la conformación natural del suelo	Para minimizar la disposición de residuos de construcción, y disminuir el uso de materiales ajenos al tipo de suelo, se aprovecharon los residuos de excavación extraídos para zanjeo de cimentaciones o pavimentaciones, para su aprovechamiento en nivelaciones o como rellenos en guarniciones y banquetas en el mismo sitio; los remanentes se dispondrán en sitios autorizados.
M16	M	SUELO	GEOMORFOLOGÍA	CONSTRUCCIÓN	Disminuir las alteraciones a la conformación natural del suelo	Se establecieron sitios específicos para el lavado de ollas de concreto donde puedan ser depositadas las "lechadas" y sobrantes de concreto. Asimismo, se prohibió lavados o disposiciones de excedentes en cualquier otro sitio interior o exterior al sitio, más aquellos que se destinen para ello.
M17	M	SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	CONSTRUCCIÓN	Disminuir o amortiguar las afectaciones por cambio de uso de suelo	A fin de evitar que el efecto iniciado por los cambios de uso de suelo del proyecto se propague y genere afectación hacia alrededores que se mantendrán con su vocación natural, además del rescate y acopio de la capa de suelo vegetal y disposición de áreas de revegetación y reforestación, no se realizó ninguna actividad constructiva fuera del terreno.



ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M18	MC	SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	CONSTRUCCIÓN	Disminuir o amortiguar las afectaciones por cambio de uso de suelo	Todos los espacios temporales utilizados para apoyo y resguardo de materiales se desmontarán al finalizar las obras, para recuperar los espacios.  Además, se realizarán actividades de limpieza.
M19	M	AIRE	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar dispersión de residuos y evitar generación de partículas en el aire, se solicitó a los contratistas que los vehículos de carga con material de construcción o residuos circulen con lonas que cubran sus cajas para evitar que se desperdigen materiales.
M20	M	AIRE	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar la dispersión de residuos o en actividades de transferencia de materiales o residuos, han realizado actividades de riego para humedecer con agua tratada aquellos frentes de trabajo o actividades que generen polvo.
M21	M	AIRE	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas y gases de combustión.	Todo el equipo fijo con motores de combustión interna utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, cumplen con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT- 2017 las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera.
M22	M	AIRE	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Se programan actividades de obra de forma que se eviten situaciones en que la acción conjunta de varios equipos o acciones cause niveles sonoros elevados durante periodos prolongados de tiempo y/o durante la noche.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M23	P	AIRE	RUIDO	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación por ruido.	Los equipos y maquinaria cumplen las especificaciones técnicas de operación a fin de que no generen ruido por mal funcionamiento.
M24	M	AIRE	RUIDO	CONSTRUCCIÓN	Mitigar la contaminación por ruido.	Los medios de transporte usados para las actividades relativas a la construcción del proyecto como pudieran ser automóviles, camionetas y camiones deben cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que menciona los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores los cuales permiten hasta 90 decibeles según el peso del vehículo.
M25	P	AGUA	CALIDAD	CONSTRUCCIÓN	Prevención de la contaminación y cuidado del agua	Con la finalidad de evitar el uso de agua potable, se utiliza agua tratada para el riego de zonas de obra, lavado de áreas de obra terminada.
M26	P	SOCIOECONÓMICOS	SEGURIDAD	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Prevención de accidentes	Se aplican medidas de seguridad del trabajo para evitar accidentes y vigilar la seguridad de los trabajadores, así como la prevención de accidentes ante los movimientos vehiculares. De la misma manera, es obligatorio que los trabajadores utilicen equipo de protección personal en general como casco, chaleco reflejante, botas, tapaboca, lente, guantes y equipo de protección personal EPP acorde con la actividad de obra a desempeñar. Lo anterior no se limita a otras medidas como la presencia de extintores.
M27	M	AGUA	ESCURRIMIENTOS NATURALES	OPERACIÓN	Mitigar los efectos del desplante del Proyecto en zonas que cambiaron su condición natural del	Se encuentra prohibido obstaculizar cualquier escurrimiento natural. Se evitará la existencia de pendientes que eviten el flujo natural de los escurrimientos.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
					terreno evitando erosión hídrica.	
M28	P	SOCIOECONÓMICOS	SEGURIDAD	OPERACIÓN	Prevenir accidentes evitar	Con la finalidad de detectar las zonas y actividades de riesgo se contará con un Plan de Prevención de Accidentes, el cual se aplicará a través de los responsables de la obra.
M29	P	SOCIOECONÓMICOS	SEGURIDAD	OPERACIÓN	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal en general como casco, chaleco reflejante, botas, tapaboca, lente, guantes y equipo de protección personal EPP acorde con la actividad de obra a desempeñar
M30	P	SOCIOECONÓMICOS	SEGURIDAD	OPERACIÓN	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Se contará con señalamientos para conductores y peatones informativos, preventivos y restrictivos, fijos, pintados, luminosos, fosforescentes o eléctricos para realizar las prevenciones o los desvíos conducentes.
M31	P	SOCIOECONÓMICOS	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Se contará con extintores de polvo químico seco tipo ABC en las áreas de almacenamiento de combustibles, bodegas y oficinas de contratistas, así como en zonas donde se ejecuten trabajos de soldadura u otras operaciones que puedan causar incendios. El equipo contra incendios se colocará en lugares de fácil acceso y se identificará con señalamientos o avisos de seguridad claramente visibles.
M32	M	SOCIOECONÓMICOS	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	Mitigar el uso de agua potable	Se dará mantenimiento a las instalaciones sanitarias, a fin de evitar desperfectos.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M33	M	AGUA	CALIDAD	OPERACIÓN	Mitigar la generación de aguas residuales	Las descargas residuales se tratarán mediante sistemas de que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2012. Para ellos se contratarán particulares autorizados para la recolección y disposición de las aguas residuales que se generen en los servicios.
M34	MC	SOCIO ECONÓMICO	PAISAJE	CONSTRUCCIÓN	Compensar los efectos que generará la presencia de infraestructura en una zona que conservaba sus valores naturales	Dados los efectos al paisaje se lleva a cabo la reforestación y/o enriquecimiento en áreas adyacentes al proyecto con especies nativas de la región. Se cuenta con un Programa de Compensación.
M35	P	SUELO	CALIDAD	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Evitar la contaminación del suelo	El mantenimiento de los transformadores y otros elementos que utilicen dieléctricos deberá seguir los protocolos establecidos para un manejo responsable como generador de residuos peligrosos.  En su caso el almacenamiento temporal de dichos residuos deberá cumplir con todas las medidas de seguridad como es un sitio aislado, con base de concreto y los debidos señalamientos de seguridad.
M36	P	FLORA	DIVERSIDAD	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Garantizar el Desarrollo de los individuos que sean plantados en la reforestación	Se deberá aplicar el mantenimiento correspondiente a las zonas de reforestación, a fin de garantizar su Desarrollo.

ID. MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
M37	P	AGUA	ESCURRIMIENTOS NATURALES	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Prevenir inundaciones o afectación de infraestructura ante eventos naturales	Se contará con un programa de contingencias o desastres meteorológicos que incluya inundaciones o eventos fuera de lo normal, a fin de garantizar la operación de la planta y la salvaguarda de los equipos materiales y humanos que lo integren.
M38	M	FAUNA	DIVERSIDAD	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	A fin de mitigar cualquier efecto que pudiera generarse a la Fauna	Se propondrá la colocación de barreras de desvíos para que impida el libre tránsito al interior del parque solar de la fauna que deambule en las cercanías al Proyecto, a fin de evitar generen nidos o nichos en instalaciones del parque solar.

## **VI.2 Programa de vigilancia ambiental**

El programa que a continuación se presenta, detalla la observancia de las medidas propuestas para atenuar las afectaciones que la realización de obras no autorizadas han provocado o de aquellos impactos que seguirán generándose, puesta en marcha del proyecto ocasionará, el cual garantiza el cumplimiento de las medidas preventivas y de corrección establecidas en el estudio; la mayoría de estas medidas se encuentran en proceso de aplicación dado fueron aplicadas a la totalidad de la obra, tanto de las áreas autorizadas en la MIA – P como de las áreas de ampliación que no cuentan con autorización de impacto ambiental.

### **VI.2.1. Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental:**

Controlar el cumplimiento de las medidas protectoras y preventivas, así como su eficacia. Si la eficacia no es satisfactoria, se tendrá que determinar las causas por las cuales el resultado no es el esperado y volver a proponer otras soluciones.

En las siguientes páginas se muestra el programa propuesto para realizar las acciones de prevención, mitigación establecidas en el capítulo anterior, en éste, se relaciona la medida y el tiempo que deberá ejecutarse durante las diferentes etapas del proyecto. Para ello se han establecido los siguientes objetivos:

Los principales objetivos que persigue el programa propuesto son los siguientes:

1. Realizar un seguimiento al Proyecto durante todas las Fases de su implementación, generando información de la situación ambiental.
2. Proporcionar Información para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación instrumentadas.
3. Verificar los impactos predichos y, por tanto, validar, modificar o ajustar las técnicas de predicción utilizadas, en la evaluación de los impactos ambientales del Proyecto.
4. Proporcionar información para la documentación de los impactos que resultan de la implementación del presente Proyecto.
5. Proporcionar información para determinar la localización, nivel y tiempo en que se presentan los impactos con relación a la implementación del Proyecto.

Por lo tanto, la verificación del cumplimiento de las medidas deberá estar soportada en una unidad interna o subcontratada de supervisión ambiental que se encargue de llevar registro correspondiente, así como los actos de inspección para dar cumplimiento a los objetivos del Programa.

Las medidas antes descritas concuerdan en su mayoría con aquellas que se aplican actualmente en el sitio.

Con base en el estado histórico que guarda el proyecto, con relación al nivel de impacto ocasionado por el hombre y a los impactos que ocasionará el proyecto durante las siguientes etapas, se puede ultimar que la puesta en marcha de la obra no es un factor crítico que altere de manera considerable la naturaleza imperante del estado cero del área; por lo que las medidas de mitigación propuestas y descritas se presentan a continuación en los siguientes cuadros, así como también los cronogramas de actividad y etapas del proyecto.

La nomenclatura utilizada en el programa se indica a continuación.

PR=Medida preventiva.

M= Medida de mitigación.

MR= Medida de restauración.

MC=Medida de compensación.

C= Etapa de construcción.

P=Preliminares o preparación del sitio.

OYM=Operación y mantenimiento.

AB= Abandono del sitio.

F=Factor ambiental flora

FA=Factor ambiental Fauna

SU= Factor ambiental Suelo

A=Factor ambiental aire

AG=factor ambiental agua

SES= Factor ambiental socio económico.



Tabla VI- 2. Programa de Prevención Ambiental

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M1	F	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	P,C	Mitigar la disminución de superficie vegetal	Durante la etapa de preparación del terreno se ejecutó un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, poniendo especial atención a las especies de lento crecimiento, de interés ecológico y aunque no se encontraron especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies enlistadas forman parte de los objetivos principales del programa.	Áreas con cobertura y sin erosión del suelo que hayan sido propuestas en el Programa.	Reposición de especies que no hayan sobrevivido a su reubicación	Los puntos señalados de reubicación	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.
M2	F	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	P,C	Prevenir la disminución de superficie vegetal	Se comunica a los trabajadores y personal relacionado la obligación de conservar y respetar a la vegetación que se encuentren en las zonas de maniobras no prevista para afectación, los cuales por ninguna razón podrán utilizarse en alguna actividad relacionada con la obra. Para ello se colocaron letreros alusivos al cuidado y protección de flora y se mantienen platicas de concientización ambiental.	Comunicación verbal mediante reuniones. Señalamientos Bitácora de seguimiento	Reposición de especies	Verificación en campo	Medida vigente hasta el término de toda actividad de construcción del Proyecto.
M3	F	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	P,C	Aprovechar los residuos vegetales.	El producto de los desmontes ha sido apilado en zona libre del terreno a fin de conformar una barrera biológica que permita la proliferación de fauna como son reptiles o pequeños mamíferos. En cuanto a la capa vegetal, esta se utiliza en las actividades de reforestación como colchón o sustrato.	Constatación mediante supervisión Fotografías en campo	No se podrá ubicar dichos residuos fuera del punto destinado para ello.	Verificación en campo	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.
M4	F	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	P,C	Restaurar las afectaciones a la vegetación.	Para reforestar sólo se contempla el uso de especies nativas y en estricto apego al Programa de Reforestación del parque solar fotovoltaico.	Constatación mediante supervisión Fotografías en campo	Reposición de especies	Sitios destinados a reforestación dentro del polígono conforme a lo establecido en el programa.	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.
M5	F	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	P,C	Prevenir afectaciones a la flora	Para evitar propagación de incendios, dadas además las características de la zona, se instalaron letreros preventivos e informativos para evitar incendios.	Eventos o incidentes detectados mediante verificación en campo.	Activar programa prevención accidentes.	Dentro de la poligonal terreno	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M6	F	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	P,C	Prevenir afectaciones a la flora	Se cuenta con letreros alusivos a la conservación de los recursos de flora silvestre, para prevenir la destrucción de la vegetación fuera del área autorizada del Proyecto.	Eventos o incidentes detectados mediante verificación en campo.	Reposición de especies	Sitios destinados a reforestación dentro del polígono conforme a lo establecido en el programa.	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.
M7	FA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	P,C	Evitar afectaciones a la fauna	Previo a las actividades de remoción de vegetación, se realizaron actividades que permiten el alejamiento de la fauna a otro lugar lejano al área de trabajo, así como la reubicación de especies con algún estatus de conservación, poniendo énfasis en aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Verificación en campo Bitácora de seguimiento	En caso de detectar a un individuo al interior de zonas de trabajo se tratará ahuyentarlo o de ser posible trasladarlo directamente al exterior a una zona adecuada.	Dentro de la poligonal del terreno	Medida vigente hasta el termino de toda actividad de construcción del Proyecto.
M8	FA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	P,C	Evitar afectaciones a la fauna	Se realizó la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna.	Verificación en campo Bitácora de seguimiento	En caso de detectar a un individuo al interior de zonas de trabajo se tratará ahuyentarlo o de ser posible trasladarlo directamente al exterior a una zona adecuada.	Dentro de la poligonal del terreno	Ejecutada
M9	FA	DIVERSIDAD ABUNDANCIA	P,C	Compensar afectaciones a la fauna	Se propone la reforestación y/o enriquecimiento en áreas adyacentes al proyecto con especies nativas de la región, para ello se aplica un Programa de Reforestación. Con dicha medida, se permitirá a mediano plazo el regreso a su hábitat de especies, recuperándose la diversidad y abundancia.	Verificación en campo Bitácora de seguimiento	Reposición de especies	Sitios establecidos en el Programa de Compensación	Medida vigente hasta el termino y ejecución de la medida.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M10	SU	CALIDAD	P,C	Prevenir la contaminación del suelo	Para el manejo de la basura generada durante la ejecución del proyecto, se habilitaron contenedores señalizados para depositar los residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales tienen las siguientes características; contenedor para almacenar RSU no utilizables de color gris, contenedor para almacenar RSU reutilizables color amarillo y contenedor para almacenar residuos sólidos orgánicos de color verde, de lo contrario los contenedores deberán ser etiquetados.	Memoria fotográfica Bitácora de seguimiento	Solicitar la instalación de los tambos en frentes de obra donde no se detecte su presencia	Dentro de la poligonal del terreno	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M11	SU	CALIDAD	P,C	Prevenir la contaminación del suelo	Para evitar esparcimiento de aceites, lubricantes o cualquier otro hidrocarburo empleado durante las etapas del Proyecto se cuenta con tambores de 200 litros para recolección de estopas, o materiales contaminados a fin de darles un manejo como residuos peligrosos a través de una empresa autorizada. Todo ello dentro de un área confinada y acondicionada para evitar permeación de fugas o derrames.	Colocación de contenedor. Memoria fotográfica. Verificación en campo Bitácora de recolección de residuos peligrosos por parte de la empresa encargada de proporcionar este servicio la cual debe contar con los permisos de la SEMARNAT para realizar dicha actividad.	Sanciones a contratistas. Limpieza o retiro de sustancias contaminadas.	En frentes de obra activos	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M12	SU	CALIDAD	P,C	Prevenir la contaminación del suelo	En caso de generarse un derrame de residuos peligrosos al suelo de manera accidental se debe ejecutar el procedimiento de saneamiento de estos suelos previsto en el Programa de Vigilancia Ambiental	Verificación en campo de manchas de aceite o hidrocarburos. Colocación de contenedor de bitácora	Retiro del suelo y su acopio junto a los residuos peligrosos para posterior manejo.	En frentes de obra activos	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M13	SU	CALIDAD	P,C	Prevenir la contaminación del suelo	Con la finalidad de evitar descomposturas que en la maquinaria y equipo utilizado en los frentes de trabajo y evitar cualquier compostura en <i>in situ</i> , o en su caso algún derrame de combustible como resultado de la afectación, se obliga a los contratistas, proporcionar mantenimiento periódico preventivo. Con ello disminuyen las probabilidades de descomposturas inoportunas que de manera indirecta provoquen afectaciones al suelo.	Registro u otro documento comprobante de mantenimiento de todo vehículo o equipo utilizado.	Sanciones administrativas y económicas al contratista	En frentes de obra activos	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M14	SU	CALIDAD	P,C	Prevenir la contaminación del suelo	Se cuenta con letrinas en los diferentes frentes de trabajo a fin de cubrir las necesidades de los trabajadores. Para ello se determinaron puntos de ubicación intermedios. Dichas letrinas cuentan con mantenimientos programados.	Facturas de compra o renta de unidades portátiles o registro de instalación de baños portátiles o letrinas.	Amonestaciones al personal. Limpieza inmediata	En frentes de obra activos	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M15	SU	GEOMORFOLOGÍA	P,C	Disminuir las alteraciones a la conformación natural del suelo	Para minimizar la disposición de residuos de construcción, y disminuir el uso de materiales ajenos al tipo de suelo, se realizó la disposición de estos en sitios autorizados.	Comprobantes de ingreso a los sitios autorizados	Disposición adecuada en sitios autorizados	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M16	SU	GEOMORFOLOGÍA	P,C	Disminuir las alteraciones a la conformación natural del suelo	Se establecieron sitios específicos para el lavado de ollas de concreto donde puedan ser depositadas las "lechadas" y sobrantes de concreto. Asimismo, se prohibió lavados o disposiciones de excedentes en cualquier otro sitio interior o exterior al sitio, más aquellos que se destinen para ello.	Detección de eventos por la supervisión	Amonestaciones al personal. Limpieza inmediata	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M17	SU	CAMBIO DE USO DE SUELO	P,C	Disminuir o amortiguar las afectaciones por cambio de uso de suelo	A fin de evitar que el efecto iniciado por los cambios de uso de suelo del proyecto se propague y genere afectación hacia alrededores que se mantendrán con su vocación natural, además del rescate y acopio de la capa de suelo vegetal y disposición de áreas de revegetación y reforestación, se encuentra prohibido cualquier otra actividad constructiva fuera del terreno.	Detección de eventos por la supervisión	Amonestaciones al personal. Limpieza inmediata	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M18	SU	CAMBIO DE USO DE SUELO	P,C	Disminuir o amortiguar las afectaciones por cambio de uso de suelo	Todos los espacios temporales utilizados para apoyo y resguardo de materiales se desmontarán al finalizar las obras, para recuperar los espacios.	Detección de eventos por la supervisión	Amonestaciones al personal. Limpieza inmediata	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M19	A	CALIDAD	P,C	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar dispersión de residuos y evitar generación de partículas en el aire, se solicitó a los contratistas que los vehículos de carga con material de construcción o residuos circulen con lonas que cubran sus cajas para evitar que se desperdigen materiales.	Detección de eventos por la supervisión	Amonestaciones contratista. Instalar lona	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M20	A	CALIDAD	P,C	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar la dispersión de residuos o en actividades de transferencia de materiales o residuos, han realizado actividades de riego para humedecer con agua tratada aquellos frentes de trabajo o actividades que generen polvo.	Fotografías. Bitácora seguimiento	Amonestaciones a contratista	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M21	A	CALIDAD	P,C	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas y gases de combustión.	Todo el equipo fijo con motores de combustión interna utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, cumplen con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017 las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera.	Registro u otro documento comprobante de mantenimiento de todo vehículo o equipo utilizado.	Amonestaciones a contratista	Todo vehículo y maquinaria utilizada	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M22	A	CALIDAD	P,C	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Se programan actividades de obra de forma que se eviten situaciones en que la acción conjunta de varios equipos o acciones cause niveles sonoros elevados durante periodos prolongados de tiempo y/o durante la noche.	Verificación en obra	Detener el uso de algún equipo o maquinaria	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M23	A	RUIDO	P,C	Mitigar la contaminación por ruido.	Los equipos y maquinaria cumplen las especificaciones técnicas de operación a fin de que no generen ruido por mal funcionamiento.	Verificación en obra	Detener el uso de algún equipo o maquinaria	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M24	A	RUIDO	P,C	Mitigar la contaminación por ruido.	Los medios de transporte usados para las actividades relativas a la construcción del proyecto como pudieran ser automóviles, camionetas y camiones deben cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que menciona los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores los cuales permiten hasta 90 decibeles según el peso del vehículo.	Registro u otro documento comprobante de mantenimiento de todo vehículo o equipo utilizado.	Amonestaciones a contratista	Todo vehículo y maquinaria utilizada	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M25	AG	CALIDAD	P,C	Prevención de la contaminación y cuidado del agua	Con la finalidad de evitar el uso de agua potable, se utiliza agua tratada para el riego de zonas de obra, lavado de áreas de obra terminada.	Comprobantes o facturas de compra	Amonestaciones a contratista	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M26	SES	SEGURIDAD	P,C	Prevención de accidentes	Se aplican medidas de seguridad del trabajo para evitar accidentes y vigilar la seguridad de los trabajadores, así como la prevención de accidentes ante los movimientos vehiculares. De la misma manera, es obligatorio que los trabajadores utilicen equipo de protección personal en general como casco, chaleco reflejante, botas, tapaboca, lente, guantes y equipo de protección personal EPP acorde con la actividad de obra a desempeñar. Lo anterior no se limita a otras medidas como la presencia de extintores.	Verificación en campo	Obligar al trabajador a que utilice protección	Frentes de obra y alrededores del terreno.	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M27	AG	ESCURRIMIENTOS NATURALES	O Y M	Mitigar los efectos del desplante del Proyecto en zonas que cambiaron su condición natural del terreno evitando erosión hídrica.	Se encuentra prohibido obstaculizar cualquier escurrimiento natural. Se evitará la existencia de pendientes que eviten el flujo natural de los escurrimientos.	Verificación en campo	Acciones para desbloquear cause	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M28	SES	SEGURIDAD	O Y M	Prevenir evitar accidentes	Con la finalidad de detectar las zonas y actividades de riesgo se contará con un Plan de Prevención de Accidentes, el cual se aplicará a través de los responsables de la obra.	Verificación en campo	Atención a incidentes y de aplicación plan.	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M29	SES	SEGURIDAD	O Y M	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal en general como casco, chaleco reflejante, botas, tapaboca, lente, guantes y equipo de protección personal EPP acorde con la actividad de obra a desempeñar	Verificación en campo	Obligar al trabajador a que utilice protección	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M30	SES	SEGURIDAD	O Y M	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Se contará con señalamientos para conductores y peatones informativos, preventivos y restrictivos, fijos, pintados, luminosos, fosforescentes o eléctricos para realizar las prevenciones o los desvíos conducentes.	Verificación en campo	Reposición o instalación que corresponda	Dentro y exterior inmediato	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M31	SES	INFRAESTRUCTURA	O Y M	Prevenir accidentes y la seguridad de los trabajadores	Se contará con extintores de polvo químico seco tipo ABC en las áreas de almacenamiento de combustibles, bodegas y oficinas de contratistas, así como en zonas donde se ejecuten trabajos de soldadura u otras operaciones que puedan causar incendios. El equipo contra incendios se colocará en lugares de fácil acceso y se identificará con señalamientos o avisos de seguridad claramente visibles.	Revisión programada de equipos Capacitación al personal	Aplicación de plan de prevención de accidentes	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M32	SES	INFRAESTRUCTURA	O Y M	Mitigar el uso de agua potable	Se dará mantenimiento a las instalaciones sanitarias, a fin de evitar desperfectos.	Supervisión interna	Sustitución de equipos dañados	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M33	AG	CALIDAD	O Y M	Mitigar la generación de aguas residuales	Las descargas residuales se tratarán mediante sistemas de que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2012. Para ellos se contratarán particulares autorizados para la recolección y disposición de las aguas residuales que se generen en los servicios.	Bitácora de mantenimiento	Corrección de fallos detectados	Dentro de instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.



ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M34	SES	PAISAJE	C	Compensar los efectos que generará la presencia de infraestructura en una zona que conservaba sus valores naturales	Dados los efectos al paisaje se lleva a cabo la reforestación conforme a Programa de Compensación por 248.2 ha en: “Polígono 2. Ejido Ricardo Flores Magón” con 202 Ha y el “Polígono 3. Ejido Ricardo Flores Magón” con 46.2 ha con especies nativas como son <i>Vachellia schaffneri</i> (Huizache prieto) y <i>Opuntia leucotricha</i> (Nopal duraznillo).	Bitácora de mantenimiento	Restitución de especies	Sitios establecidos en Programa de Compensación.	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M35	SU	CALIDAD	O Y M	Evitar la contaminación del suelo	El mantenimiento de los transformadores y otros elementos que utilicen dieléctricos deberá seguir los protocolos establecidos para un manejo responsable como generador de residuos peligrosos. En su caso el almacenamiento temporal de dichos residuos deberá cumplir con todas las medidas de seguridad como es un sitio aislado, con base de concreto y los debidos señalamientos de seguridad.	Bitácora de mantenimiento	Aplicación de protocolos de emergencia	Dentro de las instalaciones	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M36	F	DIVERSIDAD	O Y M	Garantizar el Desarrollo de los individuos que sean plantados en la reforestación	Se deberá aplicar el mantenimiento correspondiente a las zonas de reforestación, a fin de garantizar su Desarrollo.	Programa de Compensación	Reposición de especies	Zonas de reforestación	De aplicación permanente durante la etapa de operación.
M37	AG	ESCURRIMIENTOS NATURALES	O Y M	Prevenir inundaciones o afectación de infraestructura ante eventos naturales	Se contará con un programa de contingencias o desastres meteorológicos que incluya inundaciones o eventos fuera de lo normal, a fin de garantizar la operación de la planta y la salvaguarda de los equipos materiales y humanos que lo integren.	Elaborar un programa de operación y contingencias climatológicas.	Realizar las acciones a fin de regresar a la condición normal	En las instalaciones	Durante toda la etapa de operación y mantenimiento
M38	FA	DIVERSIDAD	O Y M	A fin de mitigar cualquier efecto que pudiera generarse a la Fauna	Se propondrá la colocación de barreras de desvíos para que impida el libre tránsito al interior del parque solar de la fauna que deambule en las cercanías al Proyecto, a fin de evitar generen nidos o nichos en instalaciones del parque solar.	Observación de especies al interior	Ubicar zonas para su Revisión detallada a fin de descartar que sea un evento fugaz	Dentro de las instalaciones del huerto solar o equipamiento	Durante toda la etapa de operación y mantenimiento
M39	A	CALIDAD	AB	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar dispersión de residuos y evitar generación de partículas en el aire, se solicitará a los contratistas que los vehículos de carga con material de construcción o residuos circulen con lonas que cubran sus cajas para evitar que se desperdigen materiales.	Detección de eventos por la supervisión	Amonestaciones contratista.	Frentes de desmantelamiento	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.

ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE REALIZACIÓN O ACCIÓN CUANTIFICABLE O MEDIBLE	MEDIDAS CORRECTIVAS	PUNTO DE COMPROBACIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
M40	A	CALIDAD	AB	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas.	Para evitar la dispersión de partículas en actividades de transferencia de materiales o residuos, se realizará riego para humedecer con agua tratada aquellos frentes de trabajo o actividades que generen polvo.	Fotografías.	Amonestaciones a contratista	Frentes de desmantelamiento	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M41	A	CALIDAD	AB	Mitigar la contaminación del aire por partículas suspendidas y gases de combustión.	Todo el equipo fijo con motores de combustión interna utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberán cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT- 2017 las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera.	Registro u otro documento comprobante de mantenimiento de todo vehículo o equipo utilizado.	Amonestaciones a contratista	Frentes de desmantelamiento	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.
M42	A	RUIDO	AB	Mitigar la contaminación por ruido.	Los medios de transporte usados para las actividades relativas a la construcción del proyecto como pudieran ser automóviles, camionetas y camiones deben cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que menciona los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores los cuales permiten hasta 90 decibeles según el peso del vehículo.	Registro u otro documento comprobante de mantenimiento de todo vehículo o equipo utilizado.	Amonestaciones a contratista	Frentes de desmantelamiento	De aplicación permanente durante toda la ejecución de la obra.





Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional  
 “Huerto Solar Fotovoltaico Durango”



ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	2019												2020												2021						De aplicación constante a partir del inicio de operación	Abandono del sitio
				FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
M10	SU	C	Para el manejo de la basura generada durante la ejecución del proyecto, se habilitaron contenedores señalizados para depositar los residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales tienen las siguientes características; contenedor para almacenar RSU no utilizables de color gris, contenedor para almacenar RSU reutilizables color amarillo y contenedor para almacenar residuos sólidos orgánicos de color verde, de lo contrario los contenedores deberán ser etiquetados.																																
M11	SU	C	Para evitar esparcimiento de aceites, lubricantes o cualquier otro hidrocarburo empleado durante las etapas del Proyecto se cuenta con tambores de 200 litros para recolección de estopas, o materiales contaminados a fin de darles un manejo como residuos peligrosos a través de una empresa autorizada. Todo ello dentro de un área confinada y acondicionada para evitar permeación de fugas o derrames.																																
M12	SU	C	En caso de generarse un derrame de residuos peligrosos al suelo de manera accidental se debe ejecutar el procedimiento de saneamiento de estos suelos previsto en el Programa de Vigilancia Ambiental																																







Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional  
 “Huerto Solar Fotovoltaico Durango”



ID. MEDIDA	FACTOR AMBIENTAL	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	2019												2020												2021						De aplicación constante a partir del inicio de operación	Abandono del sitio
				FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN			
			de emisiones a la atmósfera.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
M22	A	C	Se programan actividades de obra de forma que se eviten situaciones en que la acción conjunta de varios equipos o acciones cause niveles sonoros elevados durante periodos prolongados de tiempo y/o durante la noche.																																
M23	A	C	Los equipos y maquinaria cumplen las especificaciones técnicas de operación a fin de que no generen ruido por mal funcionamiento.																																
M24	A	C	Los medios de transporte usados para las actividades relativas a la construcción del proyecto como pudieran ser automóviles, camionetas y camiones deben cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que menciona los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores los cuales permiten hasta 90 decibeles según el peso del vehículo.																																
M25	AG	C	Con la finalidad de evitar el uso de agua potable, se utiliza agua tratada para el riego de zonas de obra, lavado de áreas de obra terminada.																																









### **VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)**

El programa de monitoreo está basado en el cumplimiento de la normatividad interna del proyecto, el cual, a su vez está basado en el cumplimiento efectivo de la normatividad oficial mexicana de manera transversal y complementaria

Además, se plantean una serie de mecanismos de control y verificación capaces de propiciar el cumplimiento efectivo de las medidas de mitigación y compensación con respecto al impacto generado durante las etapas de desarrollo del proyecto.

### **VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas**

De acuerdo con el artículo 51 del Reglamento en materia Evaluación de Impacto Ambiental *“La secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*

*Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:*

*I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables.*

*II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.*

*III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables*

*IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas. “*

Al respecto, si bien el desarrollo del proyecto no ha generado daños graves al ambiente y únicamente se han determinado impactos ambientales puntuales mismos de tipo moderado, mismos que pueden ser mitigados, compensados y restaurados, se cumple con la fracción II ya que se registra la presencia de especies de fauna en categoría de protección especial en el área.

En este sentido, los costos de aplicación de las medidas de mitigación ejecutadas hasta el momento y las proyectadas para las siguientes etapas en el parque solar en general alcanzan un monto total de \$2,688,892.20 pesos (Tabla VI-4). Sin embargo, una vez autorizado el

proyecto y dictaminadas las condicionantes ambientales consideradas pertinentes por la Autoridad evaluadora, se realizará el Estudio Técnico Económico para la valoración puntual de las estrategias ambientales establecidas para el proyecto y con ello el establecimiento de los montos de las fianzas aplicables a la misma.

Tabla VI- 4. Costo de medida de prevención y mitigación del parque solar fotovoltaico.

Actividad	Meta	Costo Unitario	Costo Total (\$ MXN)	Periodo	Estatus	Fase de aplicación
Acomodo de material vegetal muerto	2,240.16 m	\$ 5.64	\$ 12,634.50	-	Ejecutado	Preparación y construcción
Reforestación	287.80 ha	\$ 7,505.05	\$ 2,159,954.79	-	En ejecución	Preparación y construcción
Señalamiento preventivo, informativo y restrictivo	30 piezas	\$ 1,800.00	\$ 54,000.00	-	Ejecutado	Preparación y construcción
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	20 recorridos	\$ 10,000.00	\$ 200,000.00	Anual-	En ejecución	Preparación y construcción
Baños portátiles (letrinas)	62 piezas	\$ 456.50	\$ 28,303.00	Mensual	En ejecución	Preparación y construcción
Rescate y reubicación de flora	10 recorridos	\$ 10,000.00	\$ 100,000.00	-	Ejecutado	Preparación del sitio
Manejo de residuos (contenedores almacenamiento y servicio de recolección)	4 recorridos	\$ 2,500.00	\$ 10,000.00	Mensual	En ejecución	Preparación, construcción y operación
Capacitación ambiental y seguridad	4 platicas	\$ 15,000.00	\$ 60,000.00	Anual	En ejecución	Preparación, construcción
Manejo de paneles en desuso	1	\$ 64,000.00	\$ 64,000.00	Anual	Próximo a ejecutar	Operación y mantenimiento
<b>Total</b>	-	<b>\$111,267.19</b>	<b>\$2,688,892.29</b>	-	-	-



IBERIA RENOVABLES DURANGO S.A.P.I. DE C.V.

# Manifestación de impacto ambiental modalidad Regional

## Capítulo VII

Huerto Solar Fotovoltaico Durango

01/02/2021

## Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	3
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	3
<b>VII.1.1. Aire</b>	<b>3</b>
<b>VII.1.2. Agua superficial</b>	<b>4</b>
<b>VII.1.3. Suelo.</b>	<b>5</b>
<b>VII.1.4. Flora.</b>	<b>6</b>
<b>VII.1.5. Fauna.</b>	<b>8</b>
<b>VII.1.6. Paisaje.</b>	<b>9</b>
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.	10
<b>VII.2.1. Aire.</b>	<b>10</b>
<b>VII.2.2. Agua.</b>	<b>10</b>
<b>VII.2.3. Suelo.</b>	<b>10</b>
<b>VII.2.6. Paisaje.</b>	<b>12</b>
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	12
VII.4 Pronóstico ambiental.	14
<b>VII- 1. Tabla de proyección o pronóstico por componente ambiental</b>	<b>16</b>
VII.5 Evaluación de alternativas.	18
<b>VII.5.5. Criterios normativos:</b>	<b>19</b>
VII.6. Conclusiones	19

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

### **VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

Para definir el escenario ambiental sin proyecto se consideró el análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del proyecto, tomando en cuenta la situación actual de cada componente ambiental al considerar la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico, la evaluación de los impactos y las medidas propuestas.

En este sentido, el análisis del escenario sin y con proyecto con base al estado actual y considerando las tendencias del cambio ambiental descritas y las pronosticadas después de la inclusión del proyecto en el medio natural, y con base a los impactos ambientales más representativos, se presenta como sigue:

#### **VII.1.1. Aire**

Las condiciones actuales tanto en el SAR como en el proyecto con respecto a la calidad del aire por emisión de partículas, gases y ruido son bajas o poco significativas, donde se presentan emisión de polvo, gases y ruido producto del uso de vehículos de carga y vehículos ligeros utilizados para el desarrollo de sus actividades productivas, los cuales contribuyen de cierta manera a una contaminación de carácter bajo e intermitente de gases de combustión, partículas de polvo de forma temporal. En este sentido y por encontrarse el proyecto en una zona rural se puede decir que la calidad del aire actualmente en el sistema es buena.

Dentro de las características propias del sistema ambiental, está la presencia de un sistema de viento dominante es hacia el oeste, de acuerdo con los datos climatológicos de la estación meteorológica Valle Florido (la más cercana al sitio), la velocidad del viento, en promedio anual para el periodo mayo de 2006 a diciembre de 2016 fue de 4.45 km/h, y la velocidad mayor se ha registrado es en abril con 6.30 km/h en promedio, donde esta circulación de viento en el sistema produce la emisión de polvos con una intensidad de moderada a alta en los meses de diciembre a abril disminuyendo notablemente en los meses de junio a noviembre. Esta dispersión de polvo se ve disminuida por la cobertura vegetal de 50 a 75% al retener parte de las partículas de polvo y también contribuye a capturar el CO<sub>2</sub> que emiten los vehículos en la zona.

La tendencia en la calidad del aire y niveles de ruido sin considerar al proyecto como una variable de cambio seguirán sin cambio significativo.

### VII.1.2. Agua superficial

Conforme a lo plasmado en el capítulo IV del presente estudio, se determinó que, en el SAR, sin proyecto se precipitan 623,570.47 m<sup>3</sup>/año, de los cuales el 21.43% se pierden por evapotranspiración, el 35.11% se escurren de manera natural y 39.39% se infiltran para participar en la recarga del acuífero.

En razón a lo anterior, tenemos que la calidad y cantidad de agua que se produce dentro de la estructura del sistema ambiental regional es el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII-1. Cálculo del balance hídrico en el sistema ambiental.

Componente de balance hídrico	m <sup>3</sup> /año
Precipitación	261,450,613.36
Evapotranspiración	62,928,313.91
Escurrimiento	126,772,141.07
Infiltración	87,213,440.34

En razón a lo anterior tenemos que la calidad y cantidad de agua que se produce dentro de la estructura del sistema ambiental regional se considera que cumple con los estándares de calidad de acuerdo a la normatividad mexicana y que en la actualidad no presenta contaminación para su uso (CONAGUA, 2015).

La calidad del agua subterránea se considera buena de acuerdo al estudio realizados por la Comisión Nacional del Agua, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015 en la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Canatlán (1002), Estado de Durango, donde el sistema ambiental queda al interior de este estudio en la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero 1002 Valle de Canatlán, mencionan que en el área existen dos direcciones predominantes del flujo subterráneo una de poniente a oriente y otra de sur a norte.

Tomando en cuenta lo anterior, la dirección predominante del flujo subterráneo en el SAR es de poniente a oriente, esto es, de las partes altas del SAR hacia la parte baja.

### VII.1.3. Suelo.

Los grupos de suelos presente en el Sistema Ambiental Regional están compuestos principalmente por suelos de tipo *Cambisol*, *Leptosol*, *Vertisol*, *Phaeozem*, *Fluvisol*, *Regosol*, *Solonetz* y *Luvisol*. En el área del proyecto el suelo es Vertisol Másico Crómico + Cambisol Crómico Epiléptico de textura fina con limitante superficial pedregosa y Vertisol Másico Epiléptico + Cambisol Crómico Epiléptico de textura fina con limitante superficial pedregosa, donde este factor ha favorecido a una estabilidad

del suelo, es decir suelos de textura gruesa son más susceptibles a erosionarse que los de textura medias y finas.

Dentro de los resultados del estudio elaborado por la Dirección de Geomática en el año 2004 de la SEMARNAT nos muestran que la degradación del suelo en el sistema ambiental y proyecto está vinculada por procesos hídricos a causa de la deforestación y remoción de la vegetación. En la actualidad de acuerdo con este análisis tenemos un grado de pérdida de suelo por el agua a un nivel leve a moderado y sin erosión en la superficie del Sistema Ambiental Regional y Área del Proyecto.

Para estimar la erosión hídrica actual en el SAR se empleó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) (Haan et al., 1994; Bueno-Hurtad et al., 2016 y Montes-León et al., 2011) usando la técnica de álgebra de mapas en el programa ArcMap 10.6.1 (ESRI, 2019; Figueroa-Jáuregui et al., 2011; Flores López et al., 2003) que realizarlo con el modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) (Rivera-Toral et al., 2012; López, 2011). El modelo de erosión que fue desarrollado para la estimación de la pérdida de suelo a largo plazo en áreas determinadas de terreno, bajo condiciones específicas de cultivos y prácticas de manejo (Brea y Balocchi, 2010). La ecuación se usa en cualquier región geográfica modificando sus factores de acuerdo con las características propias del área estudio (ver detalles en el capítulo IV).

Conforme a lo anterior, se determinó una erosión hídrica total por año en el SAR es de 529,173.171 ton/ha/año, mientras que la erosión eólica es de 76,596.533 ton/ha/año

De manera particular, de acuerdo con los datos obtenidos del desarrollo de dichos procedimientos, los tipos de vegetación forestal dominantes en el SAR (Pastizal Natural y Matorral Crasicaule) tienen una erosión hídrica total de 43,150.571 ton/ha/año y 87,054.432 ton/ha/año respectivamente. Asimismo, la erosión eólica es de 6,245.814 ton/ha/año para Pastizal natural y de 12,589.566 ton/ha/año en Matorral Crasicaule.

Por lo que se puede concluir que en el SAR predominan los niveles de erosión Muy ligero y Moderado. Sin embargo, se observa que aún con los desmontes el nivel de erosión no se incrementa en nivel y se mantiene en moderado.

Tabla VII-2. Erosión en el SAR y en el área del proyecto.

Tipo de erosión	SAR			Área del proyecto <sup>1</sup>			Con proyecto		
	Pastizal Natural	Matorral Crasicaule	Pastizal inducido	Pastizal Natural	Matorral Crasicaule	Pastizal inducido	Pastizal Natural	Matorral Crasicaule	Pastizal inducido
	Ton/ha/año promedio								
Hídrica	4.202	10.520	0.869	3.512	2.073	2.414	19.043	13.089	11.238
Eólica	0.608	1.521	0.126	1.01	0.870	32.510	2.760	1.900	1.630

<sup>1</sup> Previo a despalmes y desmontes

#### VII.1.4. Flora.

Las comunidades vegetales presente es el sistema ambiental que crecen y se desarrollan son: bosque de encino, agua, matorral crasicaule, pastizal halófilo, pastizal inducido, pastizal natural, agricultura de riego anual, agricultura de riego permanente, agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, área desprovista de vegetación y urbano construido de acuerdo con la a la cartografía editada por el INEGI a escala 1:250,000 (serie VI 2017), cuya ocupación en superficie para el SAR quedo debidamente clasificada en el Capítulo IV de este estudio.

En el estrato arbóreo de SAR, la especie *Vachellia schaffneri* presenta mayor importancia ecológica acumulando el 244.367% del valor total (300 %), mientras que la especie *Vachellia farnesiana* presenta un valor de importancia de 55.633%.

En el estrato de las crasas solo se registraron dos especies de la cual la especie de *Opuntia leucotricha* es la que presenta mayor valor de importancia con el 249.564% por lo que se considera la especie más importante dentro del ecosistema, mientras que la especie *Mammillaria heyderi* presenta un valor de importancia de 50.436 %.

Dentro del estrato herbáceo la especie más importante por presentar el mayor índice de valor de importancia aportando 58.302% del valor total es el *Porophyllum scoparium*, seguido de las especies *Florestina pedata* (Cav.) Cass. y *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass. con el 46.216% y 44.108 % del valor de importancia total respectivamente. Lo anterior indica que estas especies son las que se encuentran mejor representadas dentro del SAR, con relación a su densidad, su tamaño y distribución.

De acuerdo con el índice de Shannon–Wiener, en la comunidad evaluada en el SAR se identificaron 2 especies en el estrato arbóreo con un índice de 0.571, en las crasas de registraron 3 especies con un índice de 0.637 y en el estrato herbáceo se registraron 22 especies donde se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 2.477. El índice de Shannon-Wiener, en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies.

Con relación a lo anterior, podemos concluir que para los estratos arbóreo y crasas cuentan con una baja diversidad de especies, mientras que el estrato herbáceo presenta una diversidad media.

En cuanto al área del proyecto, con base a los muestreos realizados dentro del área del polígono se encontraron bien definidos los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, de tal forma que se cuantificó solo una especie dentro del estrato arbóreo, ocho especies dentro del estrato arbustivo y 11 especies en el estrato herbáceo.

El análisis de la estimación del índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas dentro del estrato arbóreo refleja que la especie con mayor valor de importancia es la *Acacia schaffneri*, la cual presenta un valor de IVI de 100%, lo anterior debido a que fue la única especie registrada en este estrato.

Las especies mejor representadas dentro del estrato arbustivo son *Pseudognaphalium viscosum*, *Simsia amplexicaulis* y *Tithonia tubaeformis* con valores de 104.18%, 51.57% y 38.08% respectivamente, por otra parte, las especies con valores inferiores corresponden a *Sphaeralcea angustifolia* (IVI=4.81%), seguida de la especie *Solanum elaeagnifolium* (IVI=11.35%), el resto de las especies presentan valores que oscilan entre 21.88 % y 37.97 %.

Finalmente, el cálculo de valor de importancia para el estrato herbáceo indica que de las 11 especies registradas, las mejores representadas son *Cynodon dactylon*, *Bouteloua gracilis* y *Bidens pilosa*, mismas que obtuvieron valores de 66.05 %, 45.22 % y 40.36 % respectivamente, mientras que las especies que presentaron los valores mínimos son *Calliandra humilis* (IVI=5.71%) seguido de *Ipomoea madrensis* (IVI=5.97%) y *Tithonia tubaeformis* con un valor de 8.61%, el resto de las especies obtuvieron valores de 12.13 % a 34.33 %. En la siguiente tabla se muestran las especies dentro del SAR y área de proyecto por estrato, indicándose su IVI.

Tabla VII-3. Especies con mayores índices de importancia en el SAR y área del proyecto

SAR			Área del proyecto		
Arbóreo	Crasas	Herbáceo	Arbóreo	Crasas	Herbáceo
%IVI			%IVI		
<i>Vachellia schaffneri</i>	<i>Opuntia leucotricha</i>	<i>Porophyllum scoparium</i>	<i>Acacia schaffneri</i>	<i>Pseudognaphalium viscosum</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
244.367	249.564	58.302	100	104.18	66.05
<i>Vachellia farnesiana</i>	<i>Mammillaria heyderi</i>	<i>Florestina pedata</i> (Cav.) Cass		<i>Simsia amplexicaulis</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>
55.633	50.436	el 46.216%		51.57	45.22
		<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.)		<i>Tithonia tubaeformis</i>	<i>Bidens pilosa</i>
		44.108		38.08	40.36

Adicionalmente, el análisis de diversidad se obtuvo para los tres estratos de la vegetación de matorral crasicale. Para el estrato arbóreo los resultados obtenidos de los índices de Margalef, índice de Shannon, índice de diversidad de Simpson e índice de equidad, indican una zona de baja diversidad, mientras que el índice de dominancia presentó un valor de uno (1) es decir, predomina la dominancia de una sola especie (*Acacia schaffneri*).

El índice de Margalef presentó valores de 0.82 y 1.61 para los estratos arbustivo y herbáceo los cuales se encuentran por debajo de dos (2), valores que suelen hacer referencia a ecosistemas con baja diversidad, mientras que el índice de Shannon- Wiener obtuvo valores de 1.31 y 1.35 respectivamente, valores que hacen referencia a zonas de baja diversidad considerando que el índice de Shannon normalmente varía de 1 a 5, interpretándose los valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 diversidad media, y mayores de 3.5 como diversidad alta.



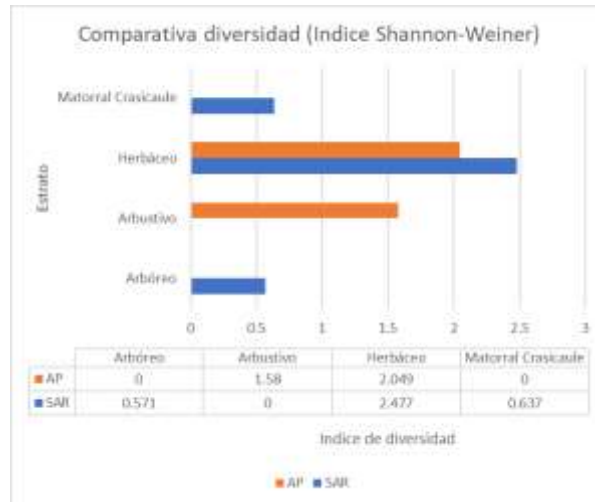


Figura VII- 1. Comparación de la biodiversidad en el área del proyecto y el SAR conforme a los resultados obtenidos en el índice de Shannon-Weiner.

Conforme a las grafica arriba mostrada, se observa una relación de especies, que permiten señalar que la diversidad existente en el área del proyecto, es relativamente similar a la existente en el SAR, siendo en terminos generales una diversidad baja; no así, en cuanto a su abundancia, principalmente en los estratos arbustivo y herbáceo.

Ninguna de las especies dentro del área del proyecto se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT 2010.

#### VII.1.5. Fauna.

Para conocer la situación actual que guarda este componente ambiental sin llevar a cabo el proyecto, se realizó un listado preliminar en gabinete de la distribución potencial de la diversidad faunística que se presente en el SAR y aunado con un muestreo de campo, mediante la ubicación de 15 transectos, cuyos resultados se muestran en el capítulo IV del presente estudio.

Con base en el inventario faunístico realizado en el SAR, la riqueza específica en los grupos faunístico es la siguiente: la mastofauna posee una riqueza específica de 12 especies, la avifauna cuenta con una riqueza específica de 42 especies y la herpetofauna presenta una riqueza específica de 3 especies.

Los resultados obtenidos para los grupos faunísticos del área del SAR con relación al índice de Shannon-Wiener son los siguientes: para el grupo faunístico de los mamíferos el valor de este índice es de 2.419, para el grupo faunístico de las aves es de 3.333 y para el grupo de los anfibios y reptiles se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 1.013. El índice de Shannon-Wiener, en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores

inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en esta ocasión en el SAR para el grupo de los mamíferos se puede considerar que existe una diversidad de especie media, para el grupo faunístico de las aves la diversidad de especie es alta y para el grupo faunístico de anfibios y reptiles la diversidad de especie se considera baja.

En cuanto al área del proyecto y con base a los elementos anteriores, en las áreas de regularización motivo del presente estudio y aplicando las mismas metodologías que en el SAR, se registraron 18 especies de vertebrados. De los cuales todos los mamíferos y reptiles registrados son de carácter residente. En su mayor parte los son las aves ya que de las 16 especies registradas 75% son residentes y 25% migratorias.

De las especies identificadas, el 5.5 % de las especies entran dentro de la categoría de Común, seguidas de las Poco comunes con un 33.33% y por último las especies Ocasionales son las más abundantes con el 61.1%

Por último, tomando en cuenta el criterio de Distribución vertical, los vertebrados registrados dentro del polígono del proyecto se encuentran mejor representados por aquellos que se desarrollan en el estrato Herbáceo-Arbustivo con el 55.55%, seguido de los que desarrollan sus actividades en el estrato Arbóreo con el 33.33%. En último lugar se encuentran las especies que hacen uso del estrato herbáceo con el 11.11%.

Asimismo, de las 18 especies identificadas en la zona de ampliación y regularización del proyecto, se encontraron a tres en estatus de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla VII-4), de las cuales *Buteo jamaicensis* cuentan con registros dentro del SAR durante los monitoreos de campo, mientras que *Falco peregrinus* y *Geranoaetus albicaudatus*, cuenta con registros potenciales para el área (Fig. VII 2 -9).

Tabla VII-4. Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de los vertebrados registrados durante el muestreo en el área del proyecto.

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM
1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	Pr
2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	Pr
3	Aves	Falconiforme	Falconidae	Falco	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Pr



Figura VII- 2. Distribución potencial de *Geranoaetus albicaudatus* en residencia permanente para la república Mexicana. Fuente: Navarro y Peterson 2007.

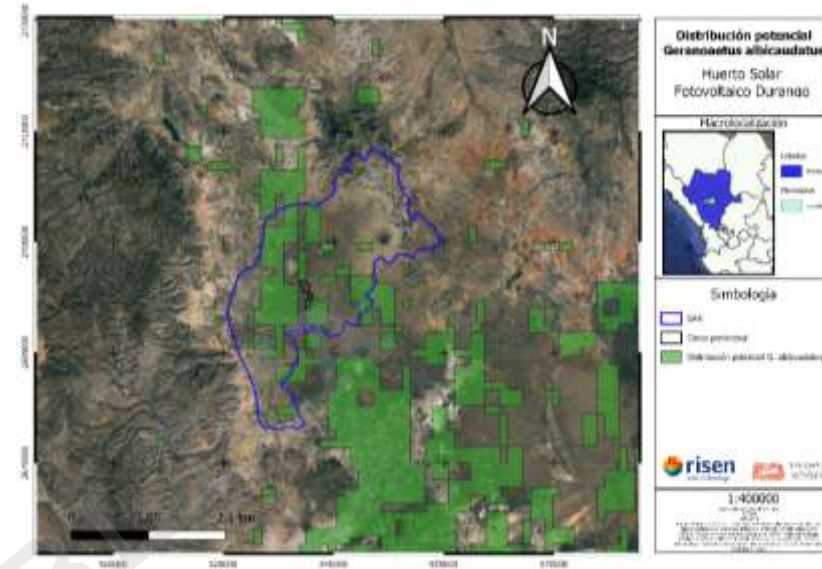


Figura VII- 3. Distribución potencial de *Geranoaetus albicaudatus* en residencia permanente para el SAR y área del proyecto. Fuente: Navarro y Peterson 2007.



Figura VII- 4. Distribución potencial de *Falco peregrinus* usando sitios con y sin clima extremo para la república Mexicana. Fuente: Gómez de Silva, 2006.



Figura VII- 5. Distribución potencial de verano de *Falco peregrinus* para la república Mexicana. Fuente: Navarro y Peterson 2007.

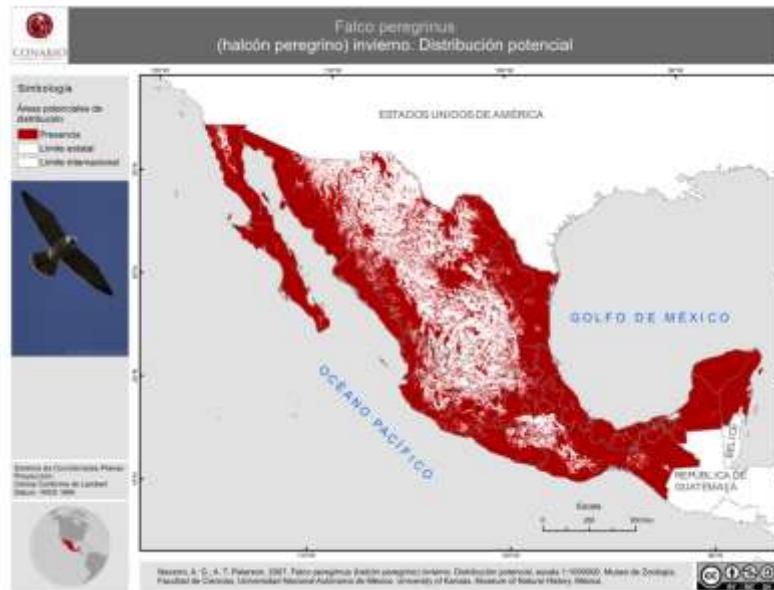


Figura VII- 6. Distribución potencial de invierno de *Falco peregrinus* para la república Mexicana. Fuente: Navarro y Peterson, 2007.

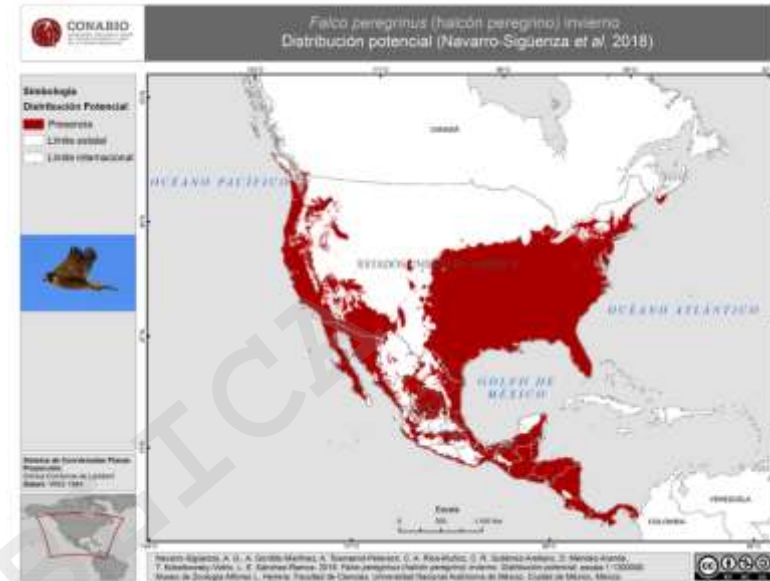


Figura VII- 7. Distribución potencial de invierno de *Falco peregrinus* la república Mexicana y Estados Unidos. Fuente: Navarro-Sigüenza et al. 2018.



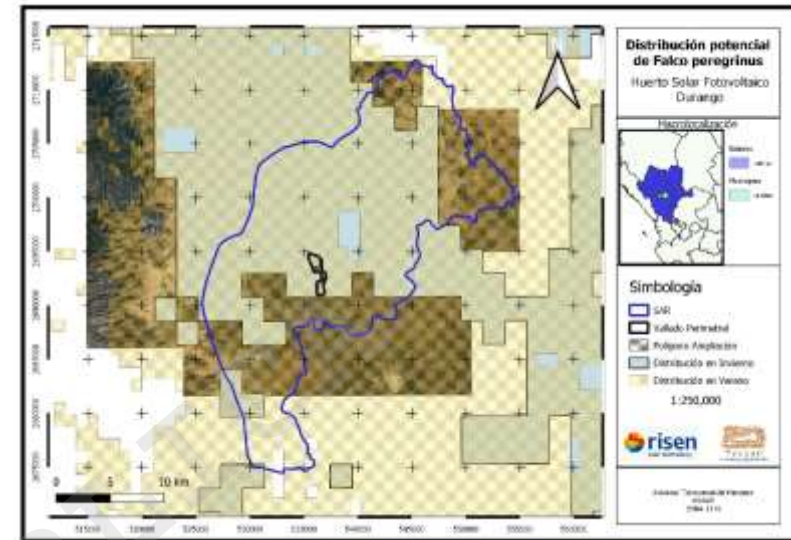
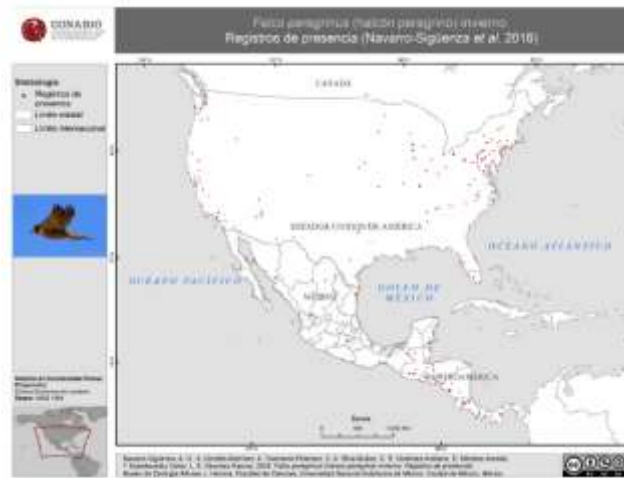


Figura VII- 8. Registro de presencia de *Falco peregrinus* para temporada de invierno en la república Mexicana y Estados Unidos. Fuente: Navarro-Sigüenza et al. 2018.

Figura VII- 9. Distribución potencial de *Falco peregrinus* en el SAR y área del proyecto. Fuentes: Navarro y Peterson, 2007; Navarro-Sigüenza et al. 2018.

De manera general, tomando en cuenta las tres clases de vertebrados terrestres registrados durante los muestreos en campo, se puede observar que el índice de Dominancia de Simpson (D) muestra valores muy bajos 0.1235 para el polígono del proyecto, esto se demuestra con lo obtenido por el índice de Diversidad de Simpson (1-D) con un valor de 0.8765. El índice de Shannon muestra el sitio de muestreo presenta una equitatividad de especies de 2.424. Para finalizar, el índice de Margalef es medianamente diverso ya que su valor es mayor de 2 (baja diversidad) y menor de 5 (alta diversidad) correspondiente con un valor de 3.769.

En resumen, en los polígonos de ampliación del proyecto, se determinó una diversidad media de especies.

La aplicación de los índices antes referidos nos permite estimar la biodiversidad con base a la distribución de individuos y su abundancia relativa, haciendo una comparación entre los índices de Shannon-Wiener y Margalef, se observa una correlación en la clase de las aves, que permiten señalar que la diversidad existente en el área del proyecto es relativamente menor a la existente en el SAR, sobre todo para el grupo de los mamíferos.

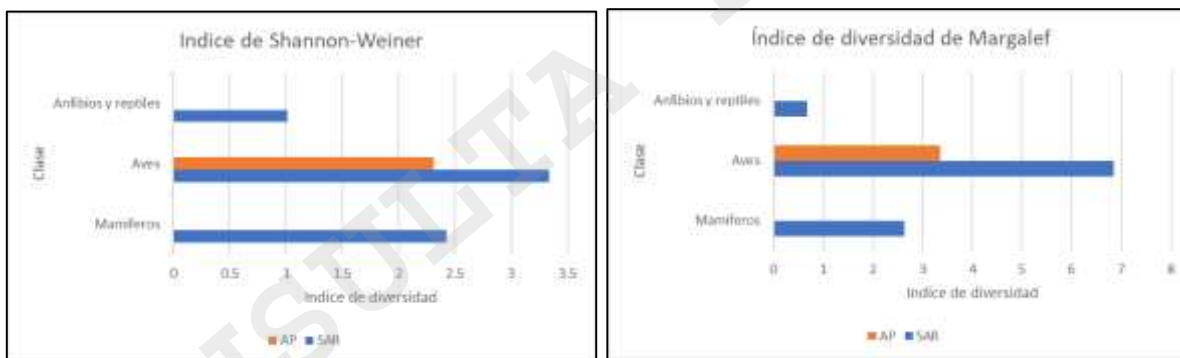


Figura VII- 10. Comparación de la biodiversidad en el área del proyecto y el SAR conforme a los resultados obtenidos en los índices Shannon-Weiner e índice de Margalef.

#### VII.1.6. Paisaje.

El paisaje de la mayor parte del SAR se caracteriza en una clase baja a media de calidad visual se debe a sus características de geomorfología mayormente plana, los usos de suelo y tipos de vegetación son muy homogéneos en la región dominando la agricultura y pastizales, esto indica que la vegetación natural no es muy característico actualmente en la región lo que ocasiona que no se refleje gran variedad de texturas, coloraciones y vistas muy escénicas. Así mismo, el paisaje del SAR en la actualidad se encuentra fragmentado por la apertura de los caminos existentes, áreas agrícolas anuales de subsistencia.



En el área del proyecto la calidad visual del paisaje cambiará radicalmente ante la ausencia de vegetación y especialmente ante la presencia de los módulos y las instalaciones del parque solar fotovoltaico. Sin embargo, la calidad visual se ve mayormente afectada durante las obras de construcción, y de igual manera lo será durante el desmantelamiento, ya que el paisaje estará conformado por la maquinaria, el tránsito de vehículos pesados dentro del terreno, la presencia de los trabajadores y los escenarios derivados de dichas actividades como, movimiento de tierras, acumulación de residuos, acarreo de materiales, etc.

Por otra parte, una vez concluidas las obras, retiradas las obras provisionales y el personal de la construcción, el parque solar podría elevar el nivel de vistas al estar ordenado y limpio durante el resto de la vida útil. Así mismo, se promoverá el mantenimiento de los pastizales que contribuirá a evitar procesos erosivos y elevará el nivel de vistas del terreno.

Derivado de lo anterior, el impacto es de baja magnitud, pues el proyecto no modificará el entorno en sus condiciones originales, ya que éstas han sido alteradas por las actividades antropogénicas que se desempeñan en la actualidad, que han puesto a la región, en un proceso de deterioro que sigue una tendencia.

El impacto visual ocasionado por el parque solar fotovoltaico supone una extensión local que se verá mermado por las actividades de reforestación que se propone como medida de mitigación.

#### **VII.1.7. Medio socioeconómico.**

Los principales centros de población del municipio son: Canatlán (cabecera municipal) con una población de 11,495, José Guadalupe Aguilera (Santa Lucia) con 1,719, Ricardo Flores Magón con 1,467, San José de Gracia con 1,256, Venustiano Carranza con 1,259 y el resto en las pequeñas localidades en las que se encuentran Colonia Anáhuac (Palo Blanco) con 897 habitantes y Cerro Gordo 389 habitantes las cuales son beneficiadas directa e indirecta a través de la generación de empleo temporales. En cuanto al empleo, se cuenta con 12227 personas como población económicamente activa, mayormente hombres.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

### VII.2.1. Aire.

La calidad del aire se ve alterada en forma intermitente en las etapas de preparación y construcción del proyecto, debido a que se presenta un aumento en la generación de partículas de polvo generadas por la acción del viento removiendo terreno suelto, así mismo, se presenta la emisión de gases causado por el movimiento de la maquinaria, equipos y vehículos de carga ligera y pesada usados en el proyecto, donde los gases se liberan producto de la combustión y la emisión de partículas de polvo. Lo anterior por la remoción de la vegetación y los movimientos de tierra para dar soporte y estabilidad a las obras que contempla el proyecto.

En la etapa de operación no se registran emisiones de gases de efecto invernadero debido a las características propias de la actividad.

Dentro del sistema ambiental no se consideran cambios importantes en la calidad del aire debido a que es una zona de poco tráfico vehicular y los efectos se registrarán de manera parcial al interior del terreno.

En cuanto a la etapa de operación, el proyecto tendrá una repercusión regional en este momento inconmensurable, en cuanto a la relación de generación de electricidad a través de sistemas convencionales que requieren de hidrocarburos y la generación de electricidad por medio de energías limpias.

### VII.2.2. Agua.

Al eliminar parcialmente la vegetación en la zona del proyecto se reducirá la capacidad de infiltración de agua, dado que se estimó que el agua que se filtra en la zona del proyecto es de 254,620.27 m<sup>3</sup>/año, por lo que se prevé que con el proyecto la cantidad de agua infiltrada disminuya a 185,258.655 m<sup>3</sup>, que representa el 29.71% del agua que precipita. Por lo que es posible notar que la infiltración tendrá una reducción del 9.68%.

Es importante añadir que no toda la superficie del proyecto presentó retiro de vegetación y que no toda la cantidad de agua que se precipita se vuelve disponible para la recarga de los mantos freáticos ya que un porcentaje queda retenido en el suelo y otra se pierde por el proceso de evapotranspiración.

Sin embargo, dadas las condiciones climáticas, se tiene registrado hasta el 85% de evapotranspiración en la zona, por lo que, no se prevé este como un efecto que genere a corto plazo un impacto de alta intensidad ambiental.

Adicionalmente, las zonas de paneles solares que ocupan hasta el 95% del polígono, permanecen con presencia de vegetación, lo cual, se prevé amortiguará los efectos de la erosión y permitirá la infiltración de agua en cierta medida.

El proyecto no requiere para su operación el uso de agua en ninguno de sus procesos y tampoco generará descarga de agua de proceso.

De la misma forma se prevé que con la implementación del Programa de Compensación, recuperará la captación e infiltración de agua pluvial.

### VII.2.3. Suelo.

El desmonte y despalme para la construcción de las obras, se presentó como un impacto adverso que originó la pérdida del suelo por la acción del agua y viento, propiciando la pérdida de nutrientes y en consecuencia efectos de erosión. Además, se puede presentar la contaminación por uso y manejo inadecuado de hidrocarburos. Como efecto indirecto, se disminuyó la infiltración de agua.

Como resultante de los cálculos realizados en el capítulo IV, se desprende que la erosión total con proyecto incide en mayor grado en el pastizal inducido y en menor grado, zona de matorral Crasicuale. La comparativa de la erosión hídrica y eólica sin proyecto y con proyecto, se representa en la siguiente tabla:

Tabla VII-5 Comparativa de la erosión hídrica y eólica con vegetación y una vez realizado el desmonte.

EROSIÓN TOTAL (HÍDRICA Y EÓLICA)				
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE DEL PROYECTO Ha)	VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN (ton/año)		VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN A MITIGAR (ton/año)
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
MATORRAL CRASICUAULE	2.035	6.857	37.179	30.321
PASTIZAL INDUCIDO	0.914	256.936	1,393.026	1,136.090
PASTIZAL NATURAL	6.477	8.002	43.384	35.382
<b>TOTAL</b>	<b>9.426</b>	<b>271.795</b>	<b>1,473.589</b>	<b>1,201.794</b>

Como se presenta en la tabla anterior la erosión tanto eólica como hídrica que se va a generar por la implementación del proyecto es de 1,201.794 toneladas al año.

En lo que respecta a la erosión del proyecto, es mucho menor a la estimada en el SAR, como puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla VIII-6. Comparación de la Erosión en el SAR y la generada por el proyecto.

Tipo de erosión	(ton/año)	
	SAR	AP CON PROYECTO
Hídrica	529,173.171	1,287.15
Eólica	76,596.533	186.443

Sin embargo, también hay que valorar, que la presencia de los paneles solares provocará un efecto parcial de barrera en donde crecerá de manera natural vegetación, que permitirá mitigar indirectamente los efectos antes señalados.

De la misma forma, se prevé que las actividades de reforestación permitan a mediano plazo mitigar el efecto de la erosión. Conforme al “Programa de Compensación”, la reforestación que se lleva a cabo se estima una recuperación de un volumen total de 1,704.541 ton/año, suficiente para compensar las 1,201.794 ton/año erosionadas tras la instalación del proyecto y tener un excedente de 502.747 ton/año de suelo.

Por otra parte, si bien, en sí el proyecto provoca alteración de la capa inmediata de suelo por zanjes para cimentaciones, etc., son todos efectos de carácter superficial, sin que existan excavaciones que provoquen daños a capas inferiores del subsuelo. La ocupación real con cuerpos o estructuras sobre el terreno, son despreciables en cuanto a la superficie total del terreno para la ampliación.

#### VII.2.4. Flora.

El componente flora o vegetación terrestre sufrió una disminución en su abundancia y diversidad, por actividades realizadas sin contar con autorización de impacto ambiental, ante la instalación de 19 bloques de paneles solares, subestación elevadora y caminos internos, con una ocupación permanente equivalente al 50.1% (56.5636 ha) del área total del proyecto, de los cuales el 87.78 % (49.6539 ha) cuentan con autorización para el cambio de uso de suelo y las 6.9097 ha restantes se localizan en su mayoría (99.8 %) en áreas de pastizal inducido.

En cuanto a las especies arbóreas, conforme a los levantamientos en campo para conocer el estado actual en sitio, se identificaron elementos forestales de la especie *Acacia schaffneri* (*Vachelia schffneri*) que fueron afectadas por las actividades de desmonte.

Se advierte que la disminución de área vegetal propicia la pérdida de diversidad, al interrumpirse los flujos normales biológicos de propagación de especies, por la barrera que conforma el proyecto respecto a la planicie del sitio.

se prevé que las actividades de reforestación permitan a mediano plazo mitigar el efecto de la erosión. Conforme al "Programa de Compensación.

Como parte de las acciones de reforestación, se realizará la reforestación de 248.2 ha en los "Polígono 2. Ejido Ricardo Flores Magón" con 202 ha y el "Polígono 3. Ejido Ricardo Flores Magón" con 46.2 ha con especies nativas como son *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto) y *Opuntia leucotricha* (Nopal duraznillo) para la recuperación de 1,704.541 ton/año de suelo. Así mismo, se plantea la instalación de presas filtrantes de piedra acomodada en el área de compensación, mismo que cuenta con una capacidad de instalación máxima de 1,163 presas lo que otorga una capacidad de retención de 1526.21 ton/año de suelo y 72,687.50 m<sup>3</sup>/año agua. Con la implementación de las actividades de reforestación y construcción de presas filtrantes, se estima la recuperación de 3230.751 ton/año suelo y 72,687.50 m<sup>3</sup>/año de agua disponible para infiltración, con lo cual es compensada la pérdida de erosión e infiltración estimada por el desarrollo del proyecto la cual asciende a 1,201.79 ton / año de suelo, y 60,361.62 m<sup>3</sup> de agua, además de generar un excedente de 2,028.96 ton / año de suelo y 12,325.88 m<sup>3</sup> de agua para la reincorporación al Sistema Ambiental Regional (SAR) en dónde se desarrolla el proyecto.

#### VII.2.5. Fauna.

La fauna silvestre sufrió un desplazamiento hacia zonas circunvecinas que les den mayor seguridad, generando en consecuencia, la fragmentación de su hábitat, pérdida de refugio y una reducción en su zona de alimentación y anidación. Es decir, con las actividades de desmonte se genera la pérdida de hábitat de la fauna menor provocando un desplazamiento forzoso hacia sitios que les brinden las oportunidades de refugio, alimento y zonas de reproducción en áreas menos perturbadas del sistema ambiental, aunque este desplazamiento se presentará de manera puntual en la zona del proyecto.

El inicio de actividades y la presencia de maquinaria, vehículos y trabajadores, ha ahuyentado a la fauna.

No se registra la pérdida en la diversidad biológica del sistema ambiental, dado que el impacto sobre este recurso es puntual y se suscribe a los sitios seleccionados para el desarrollo de las obras, no afectando su representatividad de las especies ni poner en riesgo la integridad de las poblaciones en este sistema y en el proyecto, como se mencionó anteriormente, no es posible evitar su desplazamiento hacia sitios seguros, sin embargo, se realizan las labores de ahuyentamiento para las especies de lento desplazamiento y se llevan a cabo las actividades establecidas en el Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

La fauna no desapareció del sitio y esta ha regresado de manera parcial a ocupar nuevamente espacios al interior del terreno.

#### **VII.2.6. Paisaje.**

El proyecto aumenta la fragilidad de este paisaje, se ve reflejado en la visibilidad conforme se construyen las obras, originando un cambio de estructura en el paisaje y donde sobresalen las edificaciones del parque solar fotovoltaico; este cambio persistirá toda la vida útil del proyecto.

Con lo anterior, se generará un programa de seguimiento y evaluación durante la ejecución de la presente obra, aunados con las indicaciones que dicte la SEMARNAT en beneficio de la preservación de los recursos naturales a la par con el desarrollo del estado.

#### **VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.**

La implementación del proyecto con las medidas de compensación constituye una oportunidad para mejorar los atributos ecológicos que actualmente tiene el área.

Para ello se prevé que la calidad de aire se verá mejorada de manera significativa con la reforestación en áreas aledañas al proyecto.

Los efectos en la hidrología estarán directamente relacionados con la calidad del agua superficial y con los patrones de drenaje, por lo que la afectación potencial de los drenes naturales será prevenida mediante la implementación de diversas medidas que evitarán el escurrimiento de los sedimentos hacia los cuerpos de agua del Sistema Ambiental Regional. De acuerdo con el balance hídrico, mitigando y compensando este impacto con la citada superficie de reforestación, se pretende revertir esta situación e incluso favorecer a corto plazo la captación e infiltración de agua.

La erosión generada por la realización del proyecto se verá compensada principalmente por el Programa de Compensación con la reforestación de 248.2 ha en los "Polígono 2. Ejido Ricardo Flores Magón" con 202 ha y el "Polígono 3. Ejido Ricardo Flores Magón" con 46.2 ha con especies nativas como son *Vachellia schaffneri* (Huizache prieto) y *Opuntia leucotricha* (Nopal duraznillo) para la recuperación de 1,704.541 ton/año de suelo. Así mismo, se plantea la instalación de presas filtrantes de piedra acomodada en el área de compensación, mismo que cuenta con una capacidad de instalación máxima de 1,163 presas lo que otorga una capacidad de retención de 1526.21 ton/año de suelo y 72,687.50 m<sup>3</sup>/año agua. Con la implementación de las actividades de reforestación y construcción de presas filtrantes, se estima la recuperación de 3230.751 ton/año suelo y 72,687.50 m<sup>3</sup>/año de agua disponible para infiltración, con lo cual es compensada la pérdida de erosión e infiltración estimada por el desarrollo del proyecto la cual asciende a 1,201.79 ton / año de suelo, y 60,361.62 m<sup>3</sup> de agua, además de generar un excedente de 2,028.96 ton / año de suelo y 12,325.88

m<sup>3</sup> de agua para la reincorporación al Sistema Ambiental Regional (SAR) en dónde se desarrolla el proyecto.

Para la flora, las áreas de ocupación del proyecto representan una pérdida de su cobertura, pero también se debe considerar que, si bien los efectos negativos son importantes, son mínimos en términos de magnitud. Si bien es cierto, que la ocupación del área por el proyecto pudiera representar una barrera temporal para los mecanismos de reproducción y propagación de especies vegetales, esta situación no interrumpirá los procesos evolutivos ni los corredores biológicos; siendo importante manifestar, que los efectos en la distribución de las especies serán circunscritos temporalmente durante las actividades constructivas, debido a que al término de estas se permitirá la revegetación natural de las superficies de ocupación temporal.

En función de los resultados y observaciones de los levantamientos de campo, se prevé como medidas de prevención y mitigación aquellas que se han venido aplicando en el sitio, como son:

⇒ Remoción de la vegetación y el despalme del suelo únicamente dentro de las áreas necesarias del parque solar, dado que como se ha mencionado, bajo los paneles solares, se ha desarrollado de manera natural, el estrato vegetal, el cual no interfiere con la operación de los paneles.

⇒ Previo a las labores de desmonte y despalme se llevó en lo posible el rescate de las especies de flora de importancia ecológica.

⇒ La reforestación en áreas aledañas, mismas que se encuentra en proceso de ejecución.



Figura VII- 11. Evidencia del crecimiento y regeneración del estrato herbáceo en las zonas de paneles.

Adicionalmente, la instalación de la infraestructura impacta el subsistema biótico por la remoción de la cubierta vegetal en la superficie de afectación permanente y por la presencia de la infraestructura misma, ocasionando una modificación del hábitat para las especies de fauna



silvestre que se distribuyen en el SAR. De esta manera, la fauna silvestre se verá más afectada en comparación con la flora, debido a que la presencia y actividad humana modifican los patrones normales de su conducta, lo cual afecta la diversidad y abundancia en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

En este sentido, las medidas preventivas y de mitigación señaladas para el subsistema biótico aseguran minimizar los impactos a la flora y la fauna, en tanto que los efectos residuales para estos factores se pueden considerar aceptables.

Para el caso de la fauna silvestre, durante las etapas previas de desmonte se realizaron recorridos para su ahuyentamiento y en su caso rescate hacia los sitios aledaños.

Por último, se señala que los impactos en el paisaje son característicos por la naturaleza del proyecto, lo cual es inevitable, la alteración del campo visual original. Por el tipo de infraestructura, no hay medidas de mitigación que reduzcan tal efecto, sin embargo, en contraste el valor del paisaje en el área de afectación no era originalmente alto, como se demostró en el capítulo IV. Se prevé que la sucesión de vegetación secundaria que se está generando de manera natural, permita disminuir los efectos del proyecto.

#### **VII.4 Pronóstico ambiental.**

En el presente capítulo de la manifestación de impacto ambiental, se busca dar una descripción objetiva del posible escenario en el área en donde se realiza el proyecto, una vez aplicadas las medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación de impactos negativos que provoque el proyecto en los componentes ambientales del ecosistema que lo acoge. La medición se basó en la dinámica que presentan los componentes ambientales y las interacciones entre ellos.

Se proporciona un pronóstico del escenario ambiental producto de la ejecución del proyecto, se toma en cuenta la dinámica local, la fragilidad del ecosistema de acuerdo con el diagnóstico ambiental regional.

Los elementos ambientales con mayor afectación por la ejecución de actividades del proyecto son la flora y el suelo, ya que la construcción de la obra requirió efectuar el desmonte de vegetación; la estrecha relación de estos dos componentes se basa en que la vegetación depende del suelo, por el hecho de que le proporciona estabilidad y nutrientes, así mismo los árboles y las plantas protegen al suelo de agentes degradantes como la erosión. Considerando el área del proyecto, así como las condiciones actuales de impactos originados por actividades antropogénicas, los impactos son debidamente atenuados con la práctica de acciones de mitigación, prevención, restauración y/o compensación, haciendo de esta manera al proyecto viable ecológicamente.

La actuación del proyecto en el componente suelo ocasiona en el corto plazo, aumento en la intensidad de la erosión, compactación, pérdida de humedad, cambios en las propiedades físicas y químicas del mismo y la pérdida de materia orgánica. Se ha estimado que el citado Programa de Compensación, permitirá revertir favorablemente dichos efectos de manera local y cuyos efectos podrían reflejarse a nivel regional.

Es importante mencionar que, para el caso de la flora, no se han afectado individuos arbóreos en algún estatus de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación señaladas para el subsistema biótico y abiótico propuestas a través del Manifiesto de Impacto Ambiental, realizadas bajo especificaciones objetivas, aseguran minimizar los impactos negativos al medio ambiente. Mientras que los efectos residuales hacia estos factores se pueden considerar mínimos y casi abatibles, ya que no representan elementos ambientales que intensifiquen o consoliden los procesos de cambio y degradación.

Finalmente, otros efectos positivos son la generación de empleos temporales para los habitantes de la región, contribuyendo así al desarrollo de esta, así como el abastecimiento de energía eléctrica, servicio imprescindible para mejorar la calidad de vida de las personas, así como su desarrollo en general.

A continuación, se presenta una proyección o pronóstico por componente ambiental.

Tabla VIII-7. Tabla de proyección o pronóstico por componente ambiental

Estado actual	Impactos	Pronóstico del escenario sin medidas de mitigación	Pronóstico del escenario con medidas de mitigación
Aire			
Con el rodamiento de vehículos por los caminos rurales que conducen a las localidades antes descritas y las actividades antropogénicas de la región producen bajos niveles de contaminación tanto por sólidos suspendidos en el aire y concentraciones de gases tóxicos generados por la combustión de los motores	Emisiones de polvos, ruido y gases controlados a través de equipos y maquinaria que se emplean en el desarrollo de las actividades que contempla el proyecto	Incrementos en las concentraciones de polvos, ruido y gases.	Estos impactos han sido mitigados por medio de los programas de mantenimiento vehicular, el riego de vialidades y terminarán una vez concluidos los trabajos de construcción del huerto solar fotovoltaico, para acelerar este proceso se reforestarán espacios con especies nativas de la región por lo que con esta

Estado actual	Impactos	Pronóstico del escenario sin medidas de mitigación	Pronóstico del escenario con medidas de mitigación
de la maquinaria y vehículos			actividad no se pondrá en riego el componente ambiental aire.
<b>Suelo</b>			
En el área destinada al desarrollo del proyecto se tienen identificados las unidades de suelos de Cambisol y Vertisol, que son suelos por lo general profundos y donde se desarrolla vegetación de Pastizal Inducido. Cabe señalar que en ciertas partes del área que contempla el proyecto se encuentra impactada por las actividades agrícolas y de ganadería extensiva además de caminos de accesos.	Retiro de la capa fértil en las áreas donde se realizan las excavaciones y colocación de infraestructura, pérdida de suelo por erosión, cambios en la distribución de los suelos, pérdida de suelo al manipular para su almacenamiento y redistribución y contaminación por aceites y/o grasas lubricantes automotrices.	Cambios en las características físicas del suelo. Además de pérdida de suelo por agua y viento y contaminación del suelo por derrames accidentales de aceites y/o grasas lubricantes automotrices.	Los impactos señalados son reversibles una vez que concluya la construcción del parque solar fotovoltaico y se implementen las actividades de reforestación y instalación de presas filtrantes.
<b>Flora</b>			
De acuerdo con el inventario de vegetación, en la zona del proyecto se presenta una vegetación de Pastizal Inducido, donde las especies más representativas son: <i>Vachellia schaffneri</i> .  No se registraron especies en el listado de la NOM-059 SEMARNAT-2010.	Pérdida de vegetación en los sitios propuestos para el desarrollo de la obra proyectada.	La vegetación se recuperará de manera paulatina, sin embargo, es posible que no se recupere la diversidad que presenta en el estado actual.	Se implementa un programa de rescate de flora, por lo que con esta medida se pretende conservar la diversidad genética del área del proyecto, aunado a la reforestación prevista, con especies nativas de la región por lo que este componente ambiental no se verá afectado y seguirá ejerciendo su función
<b>Fauna</b>			
De acuerdo con el inventario de fauna, en el área del proyecto cuenta con una diversidad de especies media y se	Pérdida o migración de especies de fauna en los sitios propuestos para el desarrollo de la obra proyectada, atropello de	La fauna regresará al área del proyecto de manera paulatina cuando concluyan los trabajos de	Con las medidas de mitigación como la reforestación, la fauna de la zona tendrá un lugar seguro para alimentarse y

Estado actual	Impactos	Pronóstico del escenario sin medidas de mitigación	Pronóstico del escenario con medidas de mitigación
encontraron tres especies en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	fauna silvestre y cacería furtiva.	construcción del parque solar fotovoltaico.	reproducirse por lo que la construcción del proyecto no afectará de manera significativa este componente ambiental, aunado a esto se implementa un programa de rescate de fauna y está estrictamente prohibido en el área del proyecto azuzar, capturar o cazar a la fauna del lugar.
Socioeconómico (Subfactor: Paisaje)			
Se trata principalmente de terrenos de pastizal, con cierta conservación ambiental por la presencia de zonas de Matorral Crasicaule	La disminución de capa vegetal y la instalación de elementos de infraestructura y superestructura ajenos al terreno natural y vocación del suelo, alteran la composición visual y disminuyen la calidad del paisaje.	Descomposición paulatina de los atributos del paisaje que alteran su composición respecto a la vocación anterior de la zona, si bien intervenida en parte por actividades antropogénicas, en un nivel imperceptible. Sin embargo, el efecto sería en cierta forma absorbido por el crecimiento natural de la vegetación.	La zona de intervención permanente del proyecto es aproximadamente el 50% de la totalidad del terreno, por lo que las zonas sin intervención permanente permitirán el crecimiento natural de la vegetación recuperando en parte la calidad del paisaje. Se espera además el efecto sinérgico de la implementación del Programa de compensación con la reforestación.

### VII.5 Evaluación de alternativas.

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se deben indicar las alternativas para el proyecto sobre:

1. Ubicación; indicando los otros sitios alternativos de localización.
2. De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas.
3. De reducción de la superficie a ocupar.

4. De características en la naturaleza del proyecto, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y actividades.
5. De compensación de impactos residuales significativos.

A continuación, se presenta una síntesis del análisis realizado para cada uno de los puntos enlistados de acuerdo con los criterios tomados para la selección del sitio de interés:

#### **Criterio Ambiental**

- 1) Las áreas de ampliación son colindantes a las autorizadas previamente en el proyecto original, por lo cual, se localizan en el mismo Sistema Ambiental previamente evaluado para el parque solar.
- 2) En su mayor proporción, el área de ampliación se encuentra en vegetación de Pastizal Inducido (PI) y parte de matorral Crasicaule.
- 3) El desarrollo de las obras de ampliación no se encuentra dentro de ecosistemas frágiles, además, el proyecto se localiza fuera de Áreas Naturales Protegidas del orden federal y estatal.
- 4) Las áreas seleccionadas para la ampliación son vinculantes con la legislación vigente y ordenamientos territoriales correspondientes.
- 5) El impacto visual de la obra es mínimo, dado que no se localiza en áreas cercanas a zonas rurales ni poblados.
- 6) Los servicios ambientales se seguirán generando de manera normal y no son imputables al desarrollo del proyecto.
- 7) No se afectan cuerpos de agua.
- 8) El nuevo uso del suelo no compromete ni pone en riesgo la biodiversidad de la zona de influencia.

#### **Criterios Técnicos**

- 9) Las áreas de ampliación son colindantes a las áreas autorizadas previamente en el proyecto original lo que facilita en gran medida las actividades constructivas y operativas del mismo.
- 10) Se aprovecha la alta incidencia de energía solar en la gran mayoría del territorio nacional (en el municipio de Canatlán es de 5.72 kWh/m<sup>2</sup>) por día en promedio anual.
- 11) El sitio no se encuentra en terrenos frágiles.
- 12) El sitio cuenta con un relieve favorable ya que cuenta con una topografía plana con pendiente promedio de 2.5°, lo que favorece a la construcción de la obra.
- 13) El sitio seleccionado permite minimizar gastos de construcción y operación.

#### **Criterio Socioeconómico.**

- 14) Factibilidad y facilidad para adquirir anuencias o permiso de paso de los predios afectados.
- 15) Creación de fuentes de empleo.
- 16) No es una zona con valor histórico.
- 17) No es una zona atractiva para desarrollar condiciones de ecoturismo de naturaleza o aventura.
- 18) Habrá beneficios indirectos en la adquisición de insumos, servicio y contratación de mano de obra.

#### **VII.5.5. Criterios normativos:**

- 19) La localización del proyecto considera el cumplimiento de la legislación energética y ambiental vigente y aplicable, que han expedido organismos públicos federales, estatales y/o municipales.
- 20) Cabe destacar que, el proyecto no se contrapone con los ordenamientos ecológicos generales y estatales existentes en la región.

Considerando los criterios anteriores, el área seleccionada fue la mejor alternativa para la ejecución del proyecto, por la cercanía hacia la red de interconexión del Sistema Eléctrico Nacional, no provocará conflictos sociales y por el contrario la población se verá beneficiada por la generación de 700 empleos temporales y 20 empleos permanentes; en materia ambiental, logrará compensar con medidas de mitigación y prevención aquellos impactos generados y aquellos que surjan en la etapa de operación y mantenimiento.

#### **VII.6. Conclusiones**

La principal ventaja ambiental de la producción de energía fotovoltaica es la prácticamente nula emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, así como el ahorro en la utilización de agua, ya que el consumo de agua solo se utiliza durante las etapas de preparación y construcción del proyecto y el agua utilizada es agua cruda, no se generan aguas residuales directamente por los procesos de generación de energía, por lo que no es necesario implementar mecanismos para su tratamiento.

Así también el desarrollo de este proyecto ha propiciado de manera indirecta beneficios económicos a nivel local, por tema de contratación de personal (alrededor de 700 empleos directos en las localidades cercanas), y la derrama económica que tanto a las comunidades cercanas por concepto de compra de productos y servicios, como al municipio y al estado por concepto de pago de permisos e impuestos.

El proyecto no representa una afectación mayor o significativa en el área debido a la localización que se propone. Todas las actividades del proyecto se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de protección ambiental y equilibrio ecológico. De acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su

vinculación con el proyecto, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que: la construcción del parque solar fotovoltaico conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su construcción y operación.

Como resultado de la evaluación del SAR se concluye que:

Lo principales impactos del proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional del SAR. No se ha provocado hasta el momento, algún impacto ambiental, que sea crítico al ambiente, dado que como se ha indicado, aquellos que se identificaron fueron todos de nivel moderado. De la misma forma tampoco existe evidencia de que se hayan generado alteraciones en alguno de los factores ambientales que hayan generado un daño ambiental. Pues en términos simples se trata de obras civiles que no han requerido la inclusión de maquinaria pesada.

El principal impacto ha sido generado durante la etapa de preparación, en el cual se realizó la limpieza del terreno con actividades de desmonte y despalme, por lo que se lleva a cabo la aplicación de un Programa de Compensación, que recupera favorablemente en parte el beneficio ambiental de la vegetación afectada.

Los impactos de significancia baja que se generen durante la etapa de preparación y construcción serán mitigados mediante la utilización de las medidas planteadas en el capítulo VI del presente estudio y con la implementación de buenas prácticas ambientales, las cuales garantizarán el buen desempeño ambiental del proyecto.

Estos impactos son únicamente durante la preparación y la construcción del proyecto, ya que, en la etapa de operación, no estarán presentes; debido a la naturaleza del proyecto. El cual no requiere de ningún tipo de combustible, por lo que, no habrá emisiones a la atmósfera; ni generación de ruido.

Considerando el análisis realizado del escenario ambiental con el proyecto y de acuerdo con los pronósticos realizados, la condición esperada para la mayoría de los componentes del SAR no presenta diferencias a lo que se esperaría en un futuro sin la presencia del parque solar fotovoltaico.

El tamaño del proyecto no representa una afectación significativa ya que, por ser un proyecto local, esta no modificará la estructura o funcionamiento del SAR.

Actualmente el SAR en donde se desarrolla el proyecto, es una zona dedicada a zonas de cultivo temporal y de pastizal inducido. Que son las actividades productivas de mayor importancia en el SAR y a su vez es el principal generador de cambio en la región.



Por las características del proyecto y sus dimensiones, la fauna no se será afectada además de que se seguirán aplicando los programas de rescate y reubicación de la misma.

El resultado de la evaluación indica que la mayoría de los impactos identificados para las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto son de significancia baja y otros que fueron identificados como moderados.

El proyecto cumple con la legislación que rigen los niveles federal, estatal y municipal. Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango y el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables. Adicionalmente no representa un efecto negativo para áreas de importancia ecológica.

Por lo tanto, la preparación, construcción y operación del proyecto, puede llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación particulares a cada impacto identificado. Con base en los estudios y análisis realizados para el medio físico y biótico del área, se puede afirmar que el proyecto no representa una afectación directa para el Sistema Ambiental Regional, el cual ha sido modificado previamente por actividades humanas.