

# MANIFIESTO AL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

## Proyecto:

Robbins Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Dgo.

**Sector:** MINERO

SEMARNAT



SECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE LA FEDERACIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN DE SERVICIOS FORESTALES Y DE SUELOS.

1	LUGAR Y FECHA: <b>En la Ciudad de Canelas, Dgo., 12 de abril de 2022</b>		
2	DELEGACIÓN DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE: <b>DURANGO</b>		
3	NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE: <b>Minera Mexicana La Ciénega S.A. de C.V.</b>		
4	DOMICILIO FISCAL: <b>Guadalupe Patoni 333-A</b>	5	COLONIA: <b>Del Maestro</b>
6	LOCALIDAD: <b>Durango</b>	7	MUNICIPIO: <b>Durango</b>
8	ESTADO: <b>Durango</b>	9	CODIGO POSTAL: <b>34,240</b>
10	TELEFONO: <b>01-618-8-18-33-44</b>		
11	TIPO DE AUTORIZACIÓN REQUERIDA: <b>AUTORIZACIÓN DEL MANIFIESTO AL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO "Robbins Taspana Oriente 3, municipio Canelas, Durango".</b>		

12. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR				
		ORIGINAL	COPIA CERTIFICADA	COPIA SIMPLE
12.1.	TITULO DE PROPIEDAD		1	
12.2.	ACUERDO DEL ACTA DE ASAMBLEA (1)			
12.3.	COPIA DEL PAGO DE DERECHOS EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL (EN SU CASO)	1		
12.4.	COPIA DE LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL			
12.5.	ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO			
12.6.	MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL (EN SU CASO)	1		
12.7.	PODER	1		

(1) EJIDOS Y COMUNIDADES

ATENTAMENTE:

**ING. HÉCTOR IVÁN TOLEDO CASTILLO**  
Representante legal de Minera Mexicana La Ciénega S. A.



**ASUNTO:** Se solicita autorización del Manifiesto al Impacto Ambiental modalidad Particular del **Proyecto: Robbins Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Durango.**

En la ciudad de Durango, Dgo.,  
A 12 de abril de 2022

**LIC. ROMÁN GALÁN TREVIÑO**

Encargado de la SEMARNAT en  
El Estado de Durango, Dgo.

Adjunto a la presente envió a Usted la documentación para solicitar la autorización en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto: **Robbins Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Dgo.**, con fundamento en los artículos 5 fracción X, 28 fracción VII, y 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como los artículos 4 fracción I, 5 inciso K) Fracción III y O) Fracción II, del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, por lo cual anexamos la siguiente documentación:

- ⇒ Un original del Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular y en formato digital.
- ⇒ Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital.
- ⇒ Cartografía del proyecto.

Al mismo tiempo aprovechamos para informarle que la dirección para oír y recibir notificaciones relacionadas con este proyecto en la Ciudad de Durango es en la Calle Guadalupe Patoni 333-A, Durango, Dgo. O a los teléfonos 044-(674)-104-00-32, 01(618) 818-33-44.

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reiteramos consideraciones y con los señalamientos necesarios y sin otro particular por el momento, me despido de Usted.

ATENTAMENTE

---

**ING. HÉCTOR IVÁN TOLEDO CASTILLO**

Representante Legal de  
Minera Mexicana La Ciénega S. A. de C.V.

---

**ING. CESAR ENRIQUE VILLA ARELLANO**

Responsable Técnico



En la Ciudad de Durango, Dgo.

**LIC. ROMÁN GALÁN TREVIÑO**

Encargado de la SEMARNAT en  
El Estado de Durango, Dgo.

PRESENTE.

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados y Análisis que se obtuvieron Para el **MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR** del proyecto minero “**Robbins Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Durango**”, fue a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación, así como los métodos, técnicas y metodologías sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales adversos que resulten de este proyecto.

**PROTESTO LO NECESARIO**

A los 12 días del mes de abril de 2022

---

**Ing. Cesar Enrique Villa Arellano**

Responsable Técnico de la Elaboración del MIAP.



**TABLAS DE CRITERIOS AMBIENTALES CONFORME AL ANEXO 19 DE LA RESOLUCION 2022, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 27 DE DICIEMBRE DE 2021, POR LOS SERVICIOS ENUNCIADOS EN EL ARTICULO 194-H, FRACCIONES II y III DE LA LEY FEDERAL DE DERECHOS.**

**Proyecto: Robbins, Taspana Oriente 3, municipios de Canelas, Durango.**

TABLA A				
NO.	CRITERIOS AMBIENTALES	RESPUESTA	VALOR	Calificación
1	¿SE TRATA DE OBRAS O ACTIVIDADES EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE COMPETENCIA DE LA FEDERACIÓN?	NO	1	1
		SÍ	3	
2	¿PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO SE REQUIERE LA AUTORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, EN SELVAS O ZONAS ÁRIDAS?	NO	1	3
		SI	3	
3	¿EL PROYECTO IMPLICA EL USO O MANEJO DE AL MENOS UNA SUSTANCIA CONSIDERADA DENTRO DE LAS ACTIVIDADES CONSIDERADAS ALTAMENTE RIESGOSAS?	NO	1	1
		SÍ	3	
Total.				5

II. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, de acuerdo con los criterios ambientales de la TABLA A y la clasificación de la TABLA B:

- a). \$39.620
- b). \$79,242**
- c). \$118.863

III. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la manifestación del impacto ambiental, en su modalidad regional, de acuerdo con los criterios ambientales de la TABLA A y la clasificación de la TABLA B:

- a). \$51.848
- b). \$103,695
- c). \$155.541

TABLA B		
GRADO	CUOTA A PAGAR SEGÚN EL INCISO CORRESPONDIENTE A LAS FRACCIONES II Y III DE ESTE ARTÍCULO	RANGO CLASIFICACIÓN
Mínimo	a)	3
Medio	b)	DE 5 A 7
Alto	c)	9

De acuerdo con los cálculos realizados, El Monto a Pagar por la Recepción, Evaluación y Dictaminación del Manifiesto de Impacto ambiental Modalidad Particular es de **\$ 79,242** (Son Setenta y nueve mil doscientos cuarenta y dos pesos 00/100 M.N).

**ATENTAMENTE**

---

**ING. HÉCTOR IVÁN TOLEDO CASTILLO**  
Representante Legal de  
Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V.

## ÍNDICE

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>1</b>
I.1 PROYECTO .....	1
I.1.1 Nombre del proyecto.....	1
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto .....	1
I.1.4 Presentación de la documentación legal .....	2
I.2 PROMOVENTE .....	2
I.2.1 Nombre o razón social .....	2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC).....	2
I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal.....	2
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .....	2
I.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	2
I.3.1 Nombre o razón social .....	2
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	2
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio .....	2
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	2
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	3
II.1.2 Selección del sitio .....	3
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización .....	4
II.1.4 Inversión requerida .....	6
II.1.5 Dimensiones del proyecto .....	8
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias .....	8
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	10
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	11
II.2.1 Programa general de trabajo.....	13
II.2.2 Preparación del sitio.....	14
II.2.3 Construcción de obras mineras .....	15
II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	17
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.....	17
II.2.6 Etapa de abandono del sitio.....	19
II.2.7 Utilización de explosivos .....	19
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.....	19
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	21
II.2.10 Otras fuentes de daños .....	22
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN LA MATERIA Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. ....</b>	<b>23</b>
III.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTATAL (POEE).....	23
III.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.....	27
III.3 PLAN DE DESARROLLO ESTATAL .....	28
III.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE CANELAS .....	28
III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	29
III.6 INSTRUMENTOS NORMATIVOS .....	30
III.6.1 Leyes: .....	31
III.6.2 Reglamentos .....	31

III.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN .....	32
III.1.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) .....	32
III.1.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) .....	32
III.1.3 Regiones Terrestres prioritarias (TRP).....	33
III.1.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) .....	35
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>36</b>
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	38
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	41
IV.2.1 Aspectos abióticos .....	41
IV.2.2 Aspectos bióticos .....	81
IV.2.3 Metas. ....	89
Metodologías empleadas.....	92
Capacitación del personal.....	93
4. Método para el manejo de las especies. ....	93
5. Selección de los sitios para la liberación de especies .....	94
6. Requerimiento de personal y equipo:.....	95
7. Cronograma de Actividades. ....	95
8. Evaluación. ....	95
9. Seguimiento.....	95
10. Indicadores de eficacia. ....	96
IV.2.4 Paisaje.....	96
IV.2.5 Medio socioeconómico .....	99
IV.2.6 Diagnóstico ambiental.....	100
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>104</b>
V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	104
V.1.1 Indicadores de impacto.....	105
V.1.2 Lista de verificación .....	106
V.2 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....	112
V.2.1 Cuadro de contingencia .....	112
V.2.2 Jerarquización de los impactos .....	116
V.2.3 Aire.....	119
V.2.4 Geoformas .....	121
V.2.5 Suelo .....	121
V.2.6 Agua.....	123
V.2.7 Fauna .....	124
V.2.8 Vegetación.....	125
V.2.9 Paisaje.....	126
V.2.10 Sociedad.....	126
V.2.11 Conclusiones .....	126
V.3 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA .....	131
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>134</b>
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	134
VI.1.1 Medidas preventivas.....	134
VI.1.2 Descripción de las medidas de remediación. ....	138
VI.1.1 Descripción de las medidas de rehabilitación. ....	138
VI.1.2 Descripción de las medidas de compensación y restauración .....	138
VI.1.3 Actividades de mitigación en las diferentes etapas del proyecto .....	141

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>146</b>
VII.1 AIRE.....	146
VII.2 GEOFORMAS.....	146
VII.3 SUELO.....	146
VII.4 AGUA.....	147
VII.5 FAUNA.....	149
VII.6 VEGETACIÓN.....	149
VII.7 PAISAJE.....	149
VII.8 SOCIEDAD.....	150
VII.9 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	152
VII.10 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	157
VII.11 CONCLUSIONES.....	157
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTENLOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>158</b>
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	158
VIII.2 CARTOGRAFÍA.....	158
VIII.3 FOTOGRAFÍAS.....	158
VIII.4 VIDEOS.....	158
VIII.5 OTROS ANEXOS.....	158
<i>VIII.5.1 Metodologías empleadas para la estimación de los impactos y pronósticos ambientales. ....</i>	<i>158</i>
<b>IX. RESPONSIVA TÉCNICA.....</b>	<b>162</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>163</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I-1. ACCESO AL PROYECTO.....	1
CUADRO II-1. COORDENADAS DE LOS POLÍGONOS PROPUESTOS A CAMBIO DE USO DE SUELO.....	5
CUADRO II-2. AFECTACIÓN POR PREDIO.....	5
CUADRO II-3. COORDENADAS DE LOS PREDIOS INVOLUCRADOS.....	6
CUADRO II-4. PRESUPUESTO PARA LA OPERACIÓN.....	7
CUADRO II-5. PRESUPUESTO PARA LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	7
CUADRO II-6. PRESUPUESTO PARA EL ABANDONO DEL SITIO.....	8
CUADRO II-7. VEGETACIÓN AFECTADA POR TIPO DE ECOSISTEMA.....	8
CUADRO II-8. TIPO DE OBRA A REALIZAR.....	8
CUADRO II-9. CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO EN FUNCIÓN DE SU Uso y/O CONDICIÓN.....	10
CUADRO II-10. CRONOGRAMA GENERAL DE TRABAJO.....	14
CUADRO II-11. RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.....	20
CUADRO II-12. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DECIBELES.....	20
CUADRO II-13. DECIBELES PRODUCIDOS POR LA MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROYECTO.....	21
CUADRO II-14. RESIDUOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	21
CUADRO III-1. UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LA UGA.....	23
CUADRO III-2. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL AICA DE INFLUENCIA.....	33
CUADRO III-3. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA RTP SAN JUAN DE CAMARONES.....	34
CUADRO IV-1. ESQUEMA DE MUESTREO DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	36
CUADRO IV-2. PARÁMETROS PARA LA ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE.....	37
CUADRO IV-3. NÚMERO DE ÁRBOLES Y ESPECIES A REMOVER PARA LOS INDIVIDUOS MENORES A 10 CM.....	37
CUADRO IV-4. NÚMERO DE ÁRBOLES Y ESPECIES A REMOVER PARA LOS INDIVIDUOS MAYORES A 10 CM.....	38
CUADRO IV-5. TIPOS DE CLIMA PRESENTES A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y PROYECTO.....	41

CUADRO IV-6. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN LA REGIÓN.....	42
CUADRO IV-7. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ANUAL (MM) PARA LAS REGIONES DEL ESTADO DE DURANGO .....	43
CUADRO IV-8. GEOLOGÍA DEL SA, AI Y PROYECTO.....	45
CUADRO IV-9. CLASIFICACIÓN DE LA FISIAGRÁFICA DEL PROYECTO .....	46
CUADRO IV-10. ELEVACIONES MÁS IMPORTANTES EN LA REGIÓN .....	47
CUADRO IV-11. TIPOS DE SUELO DENTRO DEL SA, AI Y PROYECTO.....	54
CUADRO IV-12. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE SUELO.....	55
CUADRO IV-13. CALIFICADORES DE SUELO .....	55
CUADRO IV-14. VALORES PROPUESTOS PARA EL FACTOR C.....	61
CUADRO IV-15. CLASIFICACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA .....	64
CUADRO IV-16. EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL DENTRO DEL SA, AI Y PROYECTO.....	65
CUADRO IV-17. EROSIÓN HÍDRICA ACTUAL DENTRO DEL SA, AI Y PROYECTO.....	65
CUADRO IV-18. EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL Y ACTUAL DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	66
CUADRO IV-19. VALORES PARA LOS CRITERIOS DEL CATEX EN SUELOS NO CALCÁREOS .....	68
CUADRO IV-20. VALORES PARA LOS CRITERIOS DEL CATEX EN SUELOS CALCÁREOS .....	68
CUADRO IV-21. VALORES DE CAUSO POR TIPO DE VEGETACIÓN.....	69
CUADRO IV-25. PARÁMETROS DE EROSIÓN EÓLICA.....	73
CUADRO IV-26. PRINCIPALES ESCURRIMIENTOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO .....	74
CUADRO IV-27. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO .....	80
CUADRO IV-28. VALORES DE K EN FUNCIÓN DEL USO Y TIPO DE SUELO .....	80
CUADRO IV-29. VALOR DE K PARA LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.....	80
CUADRO IV-30. BALANCE HÍDRICO PARA EL ÁREA DEL PROYECTO.....	80
CUADRO IV-31. VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SA, AI Y PROYECTO .....	81
CUADRO IV-32. VEGETACIÓN PRESENTE A NIVEL PROYECTO .....	83
CUADRO IV-33. ESPECIES DE IMPORTANCIA CINEGÉTICA .....	88
CUADRO IV-34. ESPECIES DE FAUNA PRESENTES A NIVEL REGIONAL CON ALGÚN ESTATUS EN LA NOM - 059.....	88
CUADRO IV-35. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL.....	95
CUADRO IV-36. VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTÉTICOS DEL PAISAJE DEL SITIO.....	97
CUADRO IV-37. VALORACIÓN DE LA FRAGILIDAD DEL PAISAJE A NIVEL SITIO .....	98
CUADRO IV-38. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	101
CUADRO V-1. INDICADORES DE IMPACTO.....	106
CUADRO V-2. LISTA DE VERIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	107
CUADRO V-3. INDICADORES DE IMPACTO.....	112
CUADRO V-4. CRITERIOS DE CATEGORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	114
CUADRO V-5. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN.....	114
CUADRO V-6. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	114
CUADRO V-7. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	115
CUADRO V-8. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE ABANDONO .....	115
CUADRO V-9. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS POR ETAPA .....	117
CUADRO V-10. EMISIÓN DE GASES.....	120
CUADRO V-11. NIVELES SONOROS .....	120
CUADRO V-12. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES .....	121
CUADRO V-13. EROSIÓN CON PROYECTO.....	122
CUADRO V-14. EROSIÓN EÓLICA CON PROYECTO.....	122
CUADRO V-15. RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PROYECTO. ....	122
CUADRO V-16. RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PROYECTO .....	123
CUADRO V-17. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO .....	124
CUADRO V-18. VALOR DE K PARA LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.....	124
CUADRO V-19. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO .....	124
CUADRO V-20. BALANCE HÍDRICO PARA EL ÁREA DEL PROYECTO.....	124
CUADRO V-21. ESPECIES DE FAUNA DENTRO DE LA NOM-059.....	125
CUADRO V-22. NÚMERO DE INDIVIDUOS MAYORES A 10 CM AFECTADOS POR EL PROYECTO .....	125
CUADRO V-23. NÚMERO DE INDIVIDUOS MENORES A 10 CM AFECTADOS POR EL PROYECTO.....	125

CUADRO V-24. CONCLUSIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....	127
CUADRO V-25. CONCLUSIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS A NIVEL DEL ÁREA DEL PROYECTO .....	129
CUADRO VI-1. MEDIDAS PREVENTIVAS .....	134
CUADRO VI-2. SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PRESAS FILTRANTES .....	138
CUADRO VI-3. ÁREA PARA REALIZAR EL ACOMODO DE MATERIAL VEGETAL MUERTO .....	139
CUADRO VI-4. SITIO PROPUESTO PARA LA REFORESTACIÓN .....	140
CUADRO VI-5. ESPECIES A REFORESTAR .....	141
CUADRO VI-6. ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	141
CUADRO VI-7. CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES PARA LAS OBRAS DE RESTAURACIÓN .....	143
CUADRO VI-8, COSTO DE LAS OBRAS DE RESTAURACIÓN .....	144
CUADRO VII-1. AIRE LIMPIO CON REFORESTACIÓN .....	146
CUADRO VII-2. RECUPERACIÓN DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA .....	147
CUADRO VII-3. EROSIÓN EÓLICA ACTUAL DENTRO DEL ÁREA PROPUESTA A REFORESTACIÓN .....	147
CUADRO VII-4. EROSIÓN EÓLICA DESPUÉS DE LA REFORESTACIÓN .....	147
CUADRO VII-5. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO .....	148
CUADRO VII-6. BALANCE HÍDRICO ANTES Y DESPUÉS DE REALIZAR EL PROYECTO .....	148
CUADRO VII-7. BALANCE HÍDRICO ACTUAL Y CON REFORESTACIÓN .....	148
CUADRO VII-8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES .....	150
CUADRO VII-9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA I-1. UBICACIÓN Y ACCESO AL PROYECTO .....	1
FIGURA II-1. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	5
FIGURA II-2. DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DE LOS ROBBINS DENTRO DEL LOTE 1 .....	11
FIGURA II-3. DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN DE LOS ROBBINS DENTRO DEL LOTE 2 .....	12
FIGURA II-4. ARREGLO GENERAL DE UN ROBBINS .....	13
FIGURA IV-1. UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	41
FIGURA IV-2. ISOTERMA DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA DE VASCOGIL, MUNICIPIO DE CANELAS, DGO. ....	42
FIGURA IV-3. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE CICLONES E INUNDACIONES .....	44
FIGURA IV-4. UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LA FISIOGRAFÍA ESTATAL .....	46
FIGURA IV-5. ELEVACIÓN MEDIA DEL SA, AI Y SITIO Y VISTA GENERAL DEL SITIO EN 3D, CREADA A PARTIR DEL MODELO TIN .....	48
FIGURA IV-6. DETERMINACIÓN DEL RELIEVE DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO .....	48
FIGURA IV-7. RANGO DE PENDIENTE DENTRO DEL SA, AI Y PROYECTO .....	49
FIGURA IV-8. EXPOSICIÓN DE LA PENDIENTE A NIVEL SA, AI Y PROYECTO .....	50
FIGURA IV-9. UBICACIÓN DE FALLAS Y FRACTURAS .....	50
FIGURA IV-10. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO .....	51
FIGURA IV-11. CLASIFICACIÓN DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS .....	52
FIGURA IV-12. ÁREAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS .....	53
FIGURA IV-13. CÁLCULO DEL FACTOR R (EROSIVIDAD DE LA LLUVIA) .....	58
FIGURA IV-14. CÁLCULO DEL FACTOR K (ERODABILIDAD DEL SUELO) .....	59
FIGURA IV-15. CÁLCULO DEL FACTOR LS (FACTORES TOPOGRÁFICOS) .....	61
FIGURA IV-16. CÁLCULO DEL FACTOR C (COBERTURA VEGETAL) .....	62
FIGURA IV-17. EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y PROYECTO .....	63
FIGURA IV-18. EROSIÓN HÍDRICA ACTUAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y PROYECTO .....	64
FIGURA IV-19. DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DEL ÍNDICE DE AGRESIVIDAD DEL VIENTO (IAVIE) .....	68
FIGURA IV-20. CALIFICACIÓN DE LA TEXTURA Y FASE DEL SUELO (CATEX) .....	69
FIGURA IV-21. CALIFICACIÓN POR USO DE SUELO (CAUSO) .....	70
FIGURA IV-22. EROSIÓN EÓLICA DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL, ÁREA DE INFLUENCIA Y PROYECTO .....	71

FIGURA IV-23. UBICACIÓN DENTRO DEL SISTEMA HIDROLÓGICO .....	74
FIGURA IV-24. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS (AAM 2018) .....	75
FIGURA IV-25. UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DEL ACUÍFERO .....	76
FIGURA IV-26. RANGO DE VISIBILIDAD .....	99
FIGURA V-1. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA METODOLOGÍA A UTILIZARSE PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	105
FIGURA V-2. JERARQUIZACIÓN POR ETAPAS.....	118
FIGURA V-3. JERARQUIZACIÓN POR TIPO DE IMPACTO .....	119
FIGURA V-4. JERARQUIZACIÓN GLOBAL.....	119
FIGURA V-5. INTERACCIÓN DEL PROYECTO CON LOS IMPACTOS GENERADOS.....	132

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

**I.1 Proyecto**

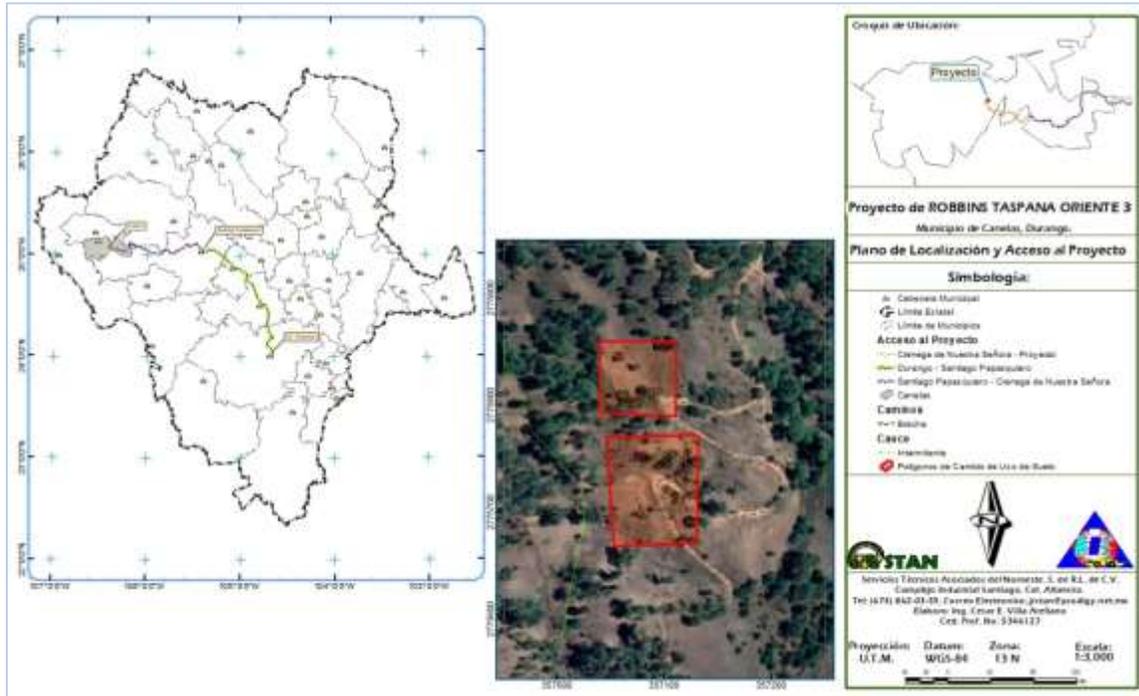


Figura I-1. Ubicación y acceso al proyecto

**I.1.1 Nombre del proyecto**

**Robbins, Taspana Oriente 3, municipio Canelas, Dgo.**

**I.1.2 Ubicación del proyecto**

El proyecto se ubica en la zona Noroeste del Estado de Durango, específicamente en el municipio de Canelas, Durango, su acceso se da por la carretera “Los Herreras-Topia”, su recorrido desde la ciudad de Durango se da de la siguiente manera:

Cuadro I-1. Acceso al proyecto

Tramo	Longitud Km	Tipo
Durango – La Granja	58.73	Pavimento
La granja-Santiago Papasquiari	111.42	Pavimento
Santiago Papasquiari-Los Altares	87	Pavimento
Los Altares-Ciénega de Nuestra Señora	70	Pavimento
Ciénega de Nuestra Señora-Proyecto	22.14	Terracería
<b>Total</b>	<b>349.29</b>	

El plano de localización y acceso se presenta en el **Anexo 2a**.

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

El presente proyecto es una parte complementaria del proyecto de explotación de la empresa minera La Ciénega, por lo que su durabilidad dependerá del tiempo que se lleve a cabo la explotación de mineral dentro del área donde se pretende instalar 3 robbins para extracción de aire mediante ventiladores de 150 hp. De manera general el proyecto se pretende realizar en un periodo de **2 años** contados a partir de la fecha de obtención de los permisos ambientales, mientras que la vida útil se considera de **30 años**.

### **I.1.4 Presentación de la documentación legal**

La documentación legal que ampara el desarrollo del presente proyecto se presenta en el **Anexo 1**, la cual consta de:

- Acta Constitutiva de Minera Mexicana la Ciénega S. A de C.V.
- Poder del Representante Legal.
- RFC de la Empresa Minera Mexicana La Ciénega S. A. de C. V.
- Copia simple de la identificación oficial.
- Escritura del P.P. Ranchito y Revolcaderos

### **I.2 Promovente**

#### **I.2.1 Nombre o razón social**

**MINERA MEXICANA LA CIÉNEGA S. A. DE C. V.**

#### **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)**

**MMC9001026R0**

#### **I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal**

**Ing. Héctor Iván Toledo Castillo, Representante Legal**

#### **I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones**

Calle Guadalupe Patoni 333-A, Col. Del Maestro, C.P. 34,240, Durango, Dgo.

Tel: 01-(618)-8-18-33-44.

### **I.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

#### **I.3.1 Nombre o razón social**

“Ing. Cesar Enrique Villa Arellano”

#### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

#### **I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

“Ing. Cesar Enrique Villa Arellano”

**R.F.N.** No. 15, del Volumen 3, del Libro DURANGO Tipo UI.

Según Oficio SG/130.2.2.2/063/2008 de fecha 13 de agosto del año 2008.

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### ***II.1 Información general del proyecto***

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

La actividad minera ha sido parte importante en el desarrollo económico del estado de Durango, ocupando lugares importantes a nivel nacional en la producción de minerales metálicos como oro y plata, así como minerales no metálicos como Bentonita, mármol y carbonato de calcio que ocupan el primer lugar en producción nacional.

Dado que la actividad minera es una de las actividades más rentables, tanto el gobierno estatal como el municipal, coinciden en el impulso de la actividad minera para obtener beneficios tanto económicos como sociales. Actualmente dentro del municipio de Canelas esta actividad ha permitido que se logre un desarrollo notable en cuanto a mayores servicios de salud, educación y vivienda, esto debido principalmente a la generación de empleos que se da por la actividad minera.

Para continuar con la producción minera dentro de la región, es importante contar con la infraestructura de apoyo necesaria para realizar las actividades mineras, tanto de exploración, explotación y beneficio, de una manera segura y de tal manera que se proteja la salud de los trabajadores.

La actividad minera subterránea es una de las actividades más riesgosas, pues además de los accidentes por derrumbes, se presentan otros peligros como son la generación de gases, cambios en la presión atmosférica, vapores, polvos, etc., lo cual genera daños en la salud de los trabajadores, pues la exposición a estos factores, se va acumulando principalmente en los pulmones, lo que puede llegar a generar cáncer, por lo que una buena ventilación de las áreas de trabajo ayuda a disminuir estos riesgos.

Por lo que, una de las principales obras para poder desarrollar la actividad minera es contar con la infraestructura adecuada para minimizar los riesgos de accidentes y de enfermedades, siendo los robbins y ventiladores una obra nueva y de mucha importancia para los trabajos de la actividad minera subterránea, pues se permitirá que el aire fluya y se minimicen los gases, vapores, aire caliente y cambios en la presión atmosférica, disminuyendo así los riesgos de enfermedades por inhalación de aire contaminado, sobre todo en los pulmones.

Por lo tanto, el presente proyecto consiste en la construcción de 3 robbins que incluyen la instalación de ventiladores, lo cual incluye un cuarto de control y un cuarto eléctrico. Para la construcción de esta obra será necesario realizar el cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera, por lo que se realiza el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo correspondiente.

Para el desarrollo del proyecto se propone una superficie de **1.287 has.**, las cuales serán para el establecimiento de 3 robbins que usaran un ventilador para extracción de aire que será de 150 hp, la maquina robbins que se usa para la elaboración de los robbins tiene un motor de 200 hp, para el lavado del barreno se utilizara una bomba de alto flujo de 150 hp. Para la realización de las obras será necesario remover vegetación correspondiente a bosque de pino.

#### **II.1.2 Selección del sitio**

La selección del sitio para el establecimiento de las obras se basó específicamente en la ubicación de la mina subterránea y sus necesidades de ventilación, por lo que se definió un área estratégica donde se permita que el aire que entre, fluya hacia todas las áreas de trabajo y genere las condiciones adecuadas para los trabajadores, pues se minimizaran los gases tóxicos y el aire caliente.

Por otra parte, se consideraron diferentes criterios en la definición de la superficie propuesta para el desarrollo de las obras, los cuales se describen a continuación:

##### ***II.1.2.1 Criterios técnicos***

Dentro de estos criterios se consideran principalmente los elementos que facilitan el desarrollo del proyecto, por lo que, los criterios a considerar son los siguientes:

- Cumplimiento con la Normatividad en materia de impacto ambiental.

- Disponibilidad de caminos de acceso durante todo el año.
- Topografía predominante. Lomeríos que no limitan la construcción y operación de la obra.
- Condiciones meteorológicas. No existen evidencias de fenómenos meteorológicos adversos en la región (huracanes, terremotos, tornados, sismos, etc.).
- Uso de suelo. En general es para producción forestal maderable, por tanto, el trazo no atraviesa áreas naturales protegidas.
- Tipo de vegetación. El tipo de vegetación que prevalece es de Bosque de Pino.
- Facilidad para conseguir el permiso de paso. La empresa es propietaria del Predio.

#### ***II.1.2.2 Criterios ambientales***

En este aspecto se considera cuáles son los aspectos que tenemos a favor para causar el menor impacto posible al momento de llevar a cabo la ejecución del proyecto, para lo cual se consideran los siguientes:

- Facilidad para su ejecución.
- Cercanía a carreteras y caminos de acceso para evitar hacer obras adicionales o de servicio.
- Evita en la medida de lo posible, bosques, huertas y sembradíos de alto valor ecológico.
- Evita pasar por zonas turísticas en funciones o evidentemente potenciales, así como por zonas arqueológicas o de valor histórico.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas técnicas y recomendaciones de la SEMARNAT, en materia forestal y de medio ambiente

#### ***II.1.2.3 Criterios socioeconómicos***

En este punto se consideró cuáles son los criterios que influyeron en la decisión de llevar a cabo la construcción de los robbins y los criterios considerados son:

- Costos de construcción bajos
- Generación de empleos
- Disponibilidad de recursos por parte de la empresa Minera Mexicana La Ciénega.

#### **II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización**

El proyecto se encuentra dentro de los límites del municipio Canelas en el estado de Durango, en la Figura II-1, así como en el **Anexo 2b**, se puede apreciar su distribución de acuerdo al tipo de obra.

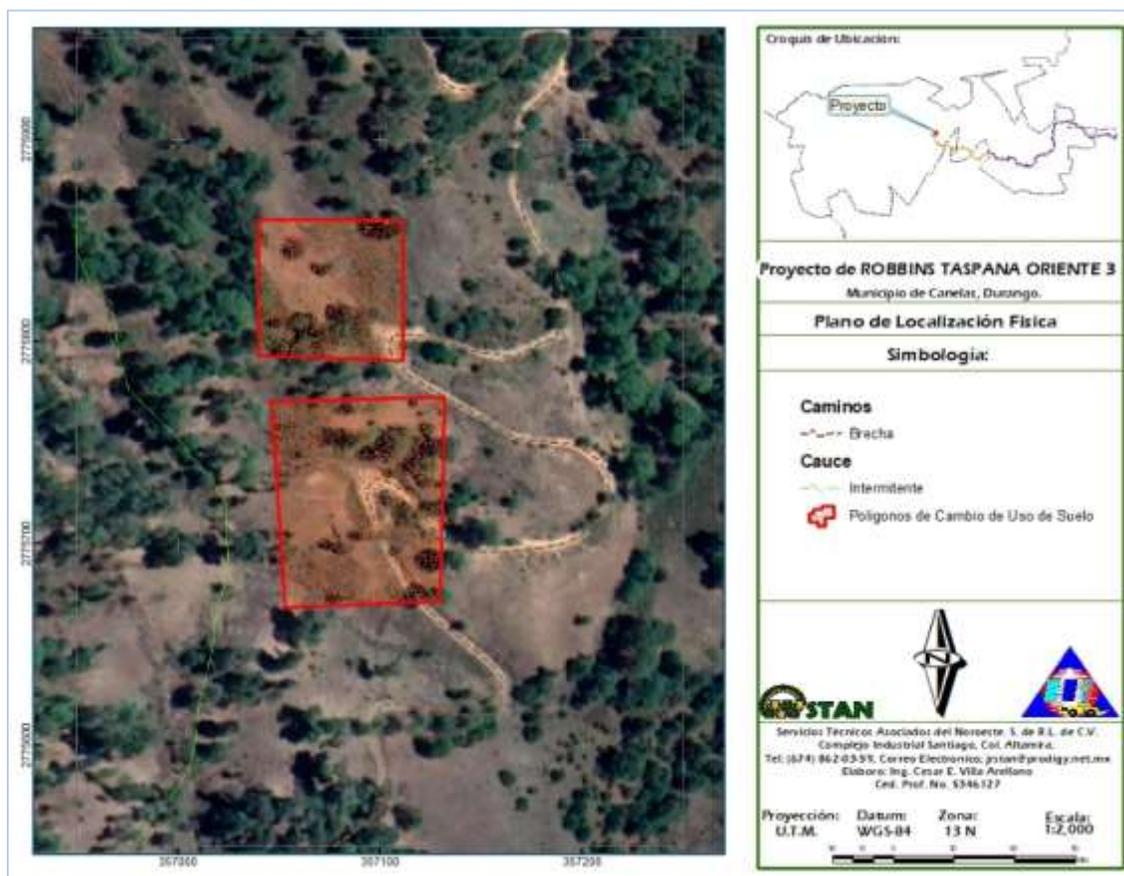


Figura II-1. Ubicación física y dimensiones del proyecto

Las coordenadas de los polígonos propuestos para el establecimiento de cada obra fueron tomadas en UTM con el Datum WGS84 zona 13 N y se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro II-1. Coordenadas de los polígonos propuestos a cambio de uso de suelo

Polígono	Sup (has)	Obra	Propietario	Vegetación	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
1	0.798	Lote 1 Robbins 1	Minera mexicana La Ciénega S.A de C.V.	BP	1	357052	2775772
					2	357132	2775772
					3	357132	2775672
					4	357052	2775672
					5	357052	2775772
2	0.488	Lote Robbins 3	Minera mexicana La Ciénega S.A de C.V.	BP	1	357039	2775862
					2	357111	2775862
					3	357111	2775792
					4	357040	2775795
					5	357039	2775862

La ubicación de los polígonos de cambio de uso de suelo dentro de los predios implicados se presenta en el **Anexo 2c**. La superficie afectada por predio involucrado se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro II-2. Afectación por predio

Predio	Superficie Total (has)	Superficie proyecto (has)	% Afectación
Ranchito y Revolcaderos	98.18	1.287	1.31%
<b>Total</b>	<b>98.18</b>	<b>1.287</b>	<b>1.31</b>

Los vértices del predio en el que se ubica el proyecto se presentan a continuación:

Cuadro II-3. Coordenadas de los predios involucrados

Predio	Superficie Total	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
Ranchito y Revolcaderos	98.18	1	357557.30	2776650.73
		2	357512.63	2776579.68
		3	357469.84	2776438.38
		4	357481.64	2776432.13
		5	357482.34	2776285.94
		6	357354.46	2776109.92
		7	357255.62	2776101.22
		8	357181.31	2776043.25
		9	357178.59	2775953.99
		10	357222.21	2775759.10
		11	357206.39	2775701.01
		12	357162.28	2775599.36
		13	357019.30	2775669.93
		14	356983.96	2775616.81
		15	356988.52	2775530.76
		16	356891.97	2775353.74
		17	356865.23	2775324.09
		18	356822.68	2775319.44
		19	356747.32	2775293.78
		20	356567.72	2775491.80
		21	356569.32	2775511.49
		22	356439.60	2775712.53
		23	356439.25	2775886.51
		24	356401.80	2776301.06
		25	356381.17	2776305.48
		26	356366.80	2776429.47
		27	356491.23	2776643.81
		28	356501.09	2776651.63
		29	356519.54	2776639.59
		30	356865.65	2776423.25
		31	356892.07	2776436.44
		32	356898.47	2776452.18
		33	356919.66	2776498.67
		34	356918.09	2776520.09
		35	356914.91	2776561.31
		36	356928.38	2776599.56
		37	357338.03	2776621.21
		38	357375.18	2776680.57
		39	357497.25	2776643.81
		40	357550.46	2776708.79
		41	357557.30	2776650.73

### II.1.4 Inversión requerida

La inversión para el desarrollo de la obra, se desglosa de la siguiente manera:

#### a) Capital total.

Dentro de este concepto se consideran los pagos por los trámites para la obtención de la autorización, la mano de obra para el cambio de uso de suelo, infraestructura para el funcionamiento de los robbins los combustibles para los vehículos y maquinaria para la eliminación y extracción de la vegetación, así como para la excavación de los robbins.

Cuadro II-4. Presupuesto para la operación

Obra	Costo unitario (\$/ha)
Elaboración y Pago por la evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular de acuerdo con los criterios de la tabla "A" (Incluye pago de derechos) y Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo, así como pago por compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano.	530,100.40
IVA	84,816.06
Combustibles	\$91,200.00
Mano de obra	2,880,000.00
Robbins	810,000.00
<b>Total</b>	<b>4,396,116.46</b>

**b) Periodo de recuperación.**

Dado que el proyecto es una obra complementaria para el beneficio de la empresa y de los pobladores locales, no se obtienen beneficios económicos, por lo que no se tiene una ganancia por su desarrollo, por lo tanto, no se considera un periodo de recuperación.

**c) Costos para las medidas de mitigación y restauración**

Los costos para realizar las obras de restauración se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro II-5. Presupuesto para la mitigación de impactos ambientales

OBRA	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	META	Tiempo	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Presas Filtrantes	Mano de obra	8	Trabajadores	150 m <sup>3</sup>	9	550	82,500.00
	Combustible	135	Litros			20.01	2,701.35
	Alimentación	8	Trabajadores			760	6,840.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	8,550.00
Acomodo de Material Muerto en curvas a nivel	Mano de obra	7	Trabajadores	1.28 has	8	4,560	5,836.80
	Combustible	145	Litros			20.01	2,901.45
	Alimentación	7	Trabajadores			665	5,320.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	7,600.00
Reforestación ( <i>Pinus ayacahuite</i> )	Compra de Planta	3,850	Plantas	3.5 has	9	8	30,800.00
	Mano de obra	8	Trabajadores			2400	21,600.00
	Combustible	150	Litros			20.01	3,001.50
	Alimentación	8	Trabajadores			760	6,840.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	8,550.00
Rescate de Individuos ( <i>Mintostachys mollis</i> , Complejo <i>Rubus fruticosus</i> y <i>Polygala paniculata</i> )	Rescate	386	Individuos	386 ind	3	150	57900
	Siembra de individuos	2	Trabajadores			600	1800
	Combustible	120	Litros			20.01	2401.2
	Alimentación	2	Trabajadores			190	570
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	2850
Cartelones Alusivos	Cartelón	2	Cartelón	2	8	3200	6400
							264,962.30

Cuadro II-6. Presupuesto para el abandono del sitio

Actividad	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Gastos indirectos		Adim		\$45,000.00
Descompactación del terreno	12,870.000	m2	\$35.00	\$450,450.00
Reforestación	3.5	has	\$18,500.00	\$64,750.00
Rescate de individuos	386	Ind	\$150.00	\$57,900.00
Suavizamiento de taludes	Adim	Varios		\$1,650,280.00
Obras de retención de suelos	150	M <sup>3</sup>	\$550.00	\$82,500.00
<b>Total</b>				<b>\$2,350,880.00</b>

En general, el presupuesto considerado para el total de las etapas es de **\$7,011,958.76 M.N.**

### II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto consta de 2 polígonos de diferentes superficies, los cuales dan un total de **1.287 ha** donde serán instalados los robbins, así como el cuarto de operaciones y el cuarto eléctrico, por lo que, la superficie total se clasifica de la siguiente manera:

#### a) Superficie total

La superficie propuesta para realizar el cambio de uso de suelo se distribuye de la siguiente manera:

Obra	Superficie (m2)	%
Robbins	12,870	100
<b>Total</b>	<b>12,870</b>	<b>100.00</b>

#### b) Superficie a afectar respecto a la cobertura vegetal

La vegetación presente en el área del proyecto corresponde a **Bosque de pino**, dominando especies del género *Pinus*, aunque también existen especies de *Quercus*. En el cuadro siguiente se muestra la superficie afectada respecto a la cubierta vegetal.

Cuadro II-7. Vegetación afectada por tipo de ecosistema

Ecosistema	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
Bosque de pino	12,870	100.00
<b>Total</b>	<b>12,870</b>	<b>100.00</b>

#### c) Superficie de obras permanentes

Para el caso del presente proyecto no se requerirá realizar obras adicionales, como campamentos, talleres o almacenes, ya que esta infraestructura se encuentra disponible tanto en el Campamento Taspana o en el complejo minero La Ciénega, por lo que el presente proyecto solo contempla la realización de las siguientes obras:

Cuadro II-8. Tipo de obra a realizar

Obra	Sup (has)	Tipo de obra
Robbins	1.287	Permanente
<b>Total</b>	<b>1.287</b>	

El total de la superficie propuesta a cambio de uso de suelo será para obras permanentes, puesto que funcionarán durante la vida útil del proyecto minero.

### II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

A nivel regional dentro del municipio de **Canelas**, el aprovechamiento forestal resulta fundamental en la economía al igual que la minería, dado que la productividad de otras actividades se encuentra a un nivel sumamente bajo (fruticultura, ganadería, agricultura, etc.). En esta región se desarrolla una agricultura tradicional de autoconsumo

(maíz, avena, frijol y papa), con rendimientos bajos por el reducido nivel de mecanización y uso de fertilizantes, así como una deficiente asistencia técnica. Por su parte la ganadería es practicada a pequeña escala por la mayoría de los habitantes, que cuentan con algunas cabezas de ganado (bovino, porcino, equino) con el objetivo de producir carne y productos lácteos para el autoconsumo. En las partes más bajas, se realiza algunas actividades relacionadas a la fruticultura, ya que existen condiciones fisiográficas favorables para el arraigo de especies frutales de clima frío, templado y sub-tropical tales como; manzano, durazno, pera, chabacano, aguacate, limón, naranjo, lima, guayaba y papayo; sin embargo, esta actividad suele ser de autoconsumo y sin nivel de tecnificación o asistencia técnica.

#### **II.1.6.1 Uso de suelo**

En general el uso de suelo prevaleciente en la región se puede describir de la manera siguiente:

##### **a) Uso forestal**

El tipo de vegetación que sustenta la región corresponde a **Vegetación de Bosque de Pino (BP) con aptitud de aprovechamiento maderable**. De acuerdo con los Programas de Manejo Forestal de la región las principales especies maderables que se aprovechan corresponden a los géneros *Pinus sp*, *Quercus sp*, *Arbutus sp* y *Cupressus sp*.

##### **b) Uso agrícola**

La agricultura en esta zona se practica a un nivel muy reducido ya que la topografía y la orografía local limitan esta actividad socioeconómica, sin embargo, en algunas mesetas con pendientes menores al 15% o planicies son aprovechadas para destinar el uso de suelo a la siembra de maíz, papa y avena forrajera de autoconsumo. Específicamente a lo largo de la superficie propuesta a cambio de uso de suelo la agricultura de riego es prácticamente nula.

##### **c) Uso pecuario**

En cuanto al uso pecuario, en la región se practica la ganadería extensiva y la superficie dedicada a esta actividad converge con la superficie forestal y agrícola, dado que los habitantes de la región no cuentan con terrenos de agostadero bien delimitados y el ganado (*bovino* y *equino* principalmente) se encuentra libre en la región

##### **d) Uso minero**

La actividad minera es una de las actividades económicas más rentables de esta región, actualmente se está llevando a cabo la actividad minera a gran escala, siendo el principal yacimiento de mineral es el que se encuentra en Ciénega de Nuestra Señora y es uno de los productores más importantes en el País de oro, plata, zinc, plomo, y otros minerales derivados. El régimen de propiedad particular es característico de las superficies bajo explotación minera.

##### **e) Asentamientos humanos**

Aproximadamente 0.1 % del suelo se destina para asentamientos humanos. Para el desarrollo del proyecto no es necesario construir campamentos permanentes, dado que el complejo minero La Ciénega se encuentra dentro del área a 20 km aproximadamente.

El uso de suelo se presenta dentro del **Anexo 3b**.

#### **II.1.6.2 Uso de los cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua cercanos corresponden a corrientes intermitentes, las cuales transportan agua únicamente en temporada de lluvias o posterior a un evento de lluvia. El uso que se le da a los cuerpos de agua por los habitantes de la región está limitado únicamente para el consumo humano y mantenimiento del ganado y no se practica la agricultura de riego a gran escala.

#### **II.1.6.3 . Ubicación, clasificación y zonificación de superficies**

La zonificación de los terrenos forestales donde se realizará el cambio de uso de suelo fue conforme a los criterios establecidos en el **Artículo 14 del Reglamento de la LGDFS**, que se describe en el cuadro siguiente:

Cuadro II-9. Clasificación de la superficie del proyecto en función de su Uso y/o Condición

ZONA	Clasificación	Superficie	
		Has	%
Zona de Conservación y Aprovechamiento restringido	Áreas naturales protegidas	0.0	0
	Áreas de protección	0.0	0
	Superficies localizadas arriba de los 3,000 metros sobre el nivel del mar.	0.0	0
	Superficies con pendientes mayores al 100 por ciento o 45 grados	0.0	0
	Superficies con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña y	0.0	0
	Superficies con vegetación de galería	0.0	0
	Áreas cubiertas con selvas altas perennifolias	0.0	0
Zona de Producción	<b>Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de Productividad maderable alta, los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural de más del 50 por ciento y una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros</b>	0.0	0
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de <b>Productividad maderable media</b> , los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural de entre 20 y 50 por ciento o una altura promedio de los árboles dominantes menor de 16 metros	<b>1.287</b>	<b>100</b>
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de <b>Productividad maderable baja</b> , los que se caracterizan por tener una cobertura de copa natural inferior al 20 por ciento	0.0	0
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas, aptos para el aprovechamiento de recursos no maderables y	0.0	0
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones, y	0.0	0
	Terrenos preferentemente forestales	0.0	0
Zona de restauración	Terrenos con <b>degradación alta</b> , caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0.0	0
	Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	0.0	0
	Terrenos con <b>degradación media</b> , caracterizados por tener una cobertura de copa menor al 20 por ciento y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de canalillos	0.0	0
	Terrenos con <b>degradación baja</b> , caracterizados por tener una cobertura de copa inferior al 20 por ciento y mostrar evidencia de erosión laminar y,	0.0	0
	Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural	0.0	0
<b>TOTAL</b>		<b>1.287</b>	<b>100</b>

En el **Anexo 3a** se muestra el plano de zonificación de las superficies que corresponden al área del proyecto.

### II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La disponibilidad de servicios para desarrollar las diferentes etapas de la obra se encuentra al alcance, puesto que cerca del área existe el Campamento Taspana o el complejo minero de Ciénega de Nuestra Señora, que cuenta con dormitorios y comedores para los trabajadores, en caso de requerir otros servicios, estos están disponibles en la localidad Ciénega de Nuestra Señora, pues se localiza en un lugar accesible durante todo el año, y cuenta con la infraestructura necesaria para el abasto de insumos y servicios. Los principales servicios requeridos son:

#### ➤ Agua

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se utilizará agua con fines de consumo humano para hidratar al personal que desarrollará las actividades de desmonte dentro de los polígonos autorizados, se sugiere que el suministro del vital líquido, sea a través de garrafones de agua purificada. En el caso de las obras será necesario disponer de agua para la construcción de las bases de concreto, aunque será mínima y será obtenida en pipas o galones, el agua será obtenida del agua tratada dentro del complejo minero la Ciénega o de las áreas de captación de agua de laboreo.

#### ➤ Hospedaje

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio y construcción será de la misma región, de tal manera que al término del turno laboral puedan regresar a sus hogares, aunque de ser necesario se podrán ocupar los dormitorios establecidos en el complejo minero o los lugares disponibles en Ciénega de Nuestra Señora.

➤ Alimentación

Para el personal que no sea de la región, se hará uso de los restaurantes o fondas establecidos en los poblados cercanos, incluso los comedores de la misma empresa minera.

➤ Combustible

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la preparación del sitio y construcción. Éstos se adquirirán en las estaciones de servicio de Ciénega de Nuestra Señora, conforme se vaya requiriendo para evitar almacenarlo en grandes cantidades, el mantenimiento de los vehículos se hará dentro del taller de la empresa minera o en los talleres locales.

➤ Mano de obra

El personal requerido para el desarrollo de la obra es de 15 personas aproximadamente, de los cuales 15 son para la construcción de los robbins e instalación de ventiladores, además de 15 personas temporales para la realización de las obras de restauración, todos serán de la región.

### II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de 3 pozos de ventilación (robbins) que incluyen la instalación de ventiladores, con lo cual se mejoraran las condiciones laborales de los trabajadores, pues se permitirá que el aire limpio fluya dentro de las áreas de trabajo expulsando el aire contaminado que se genera por las actividades de explotación.

Para el funcionamiento de estas obras será necesario construir un cuarto de control y un cuarto eléctrico, así como una línea de encofrado para la conexión eléctrica.

Para el desarrollo del proyecto se contempla una superficie de **1.287 ha**, en las cuales será necesario derribar vegetación de bosque de pino. La distribución de la infraestructura es como se muestra en la siguiente figura:

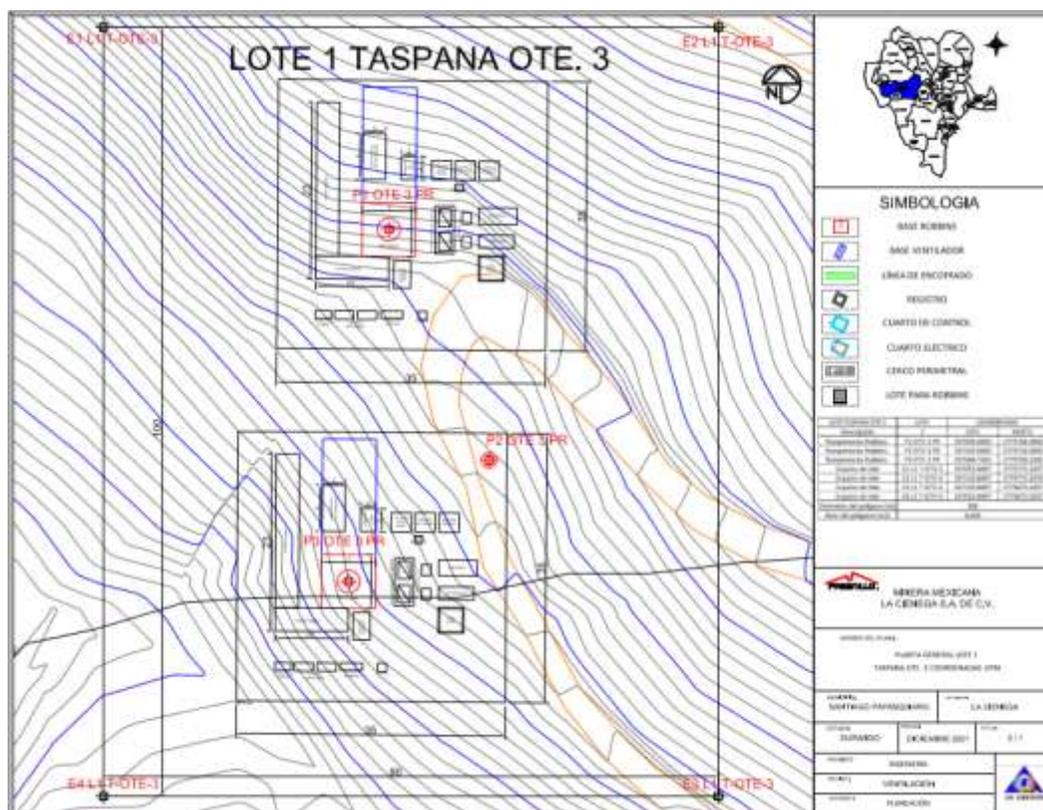


Figura II-2. Diagrama de la instalación de los robbins dentro del Lote 1

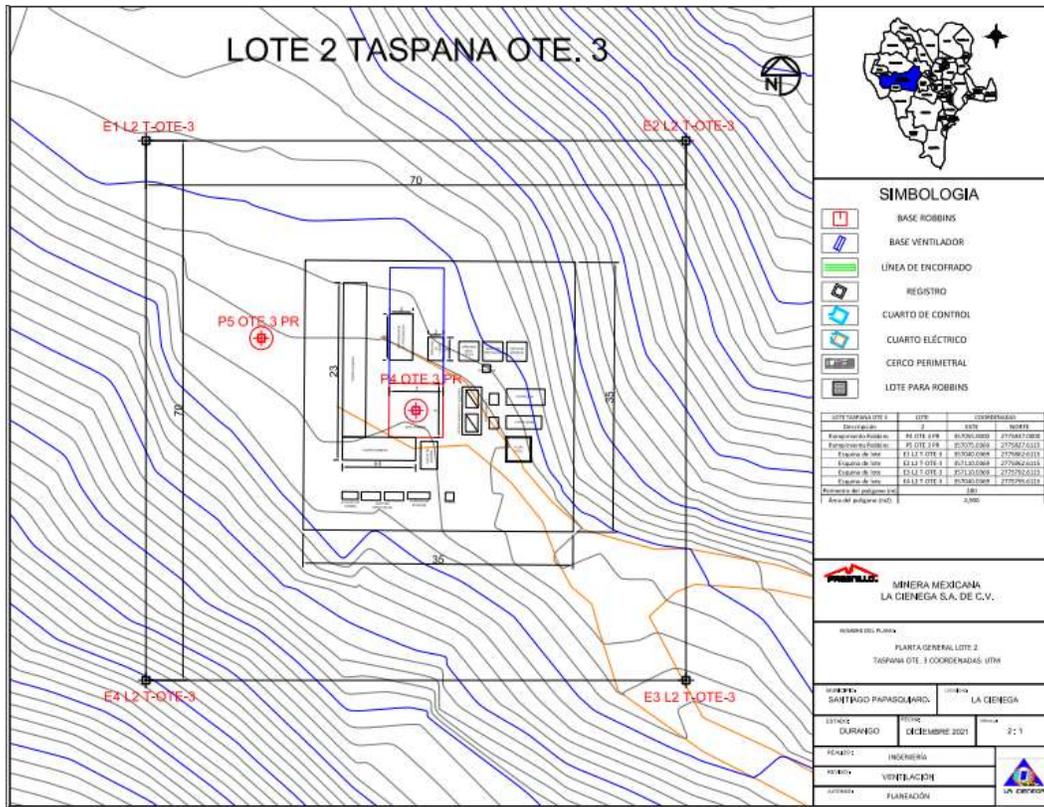


Figura II-3. Diagrama de la instalación de los robbins dentro del Lote 2

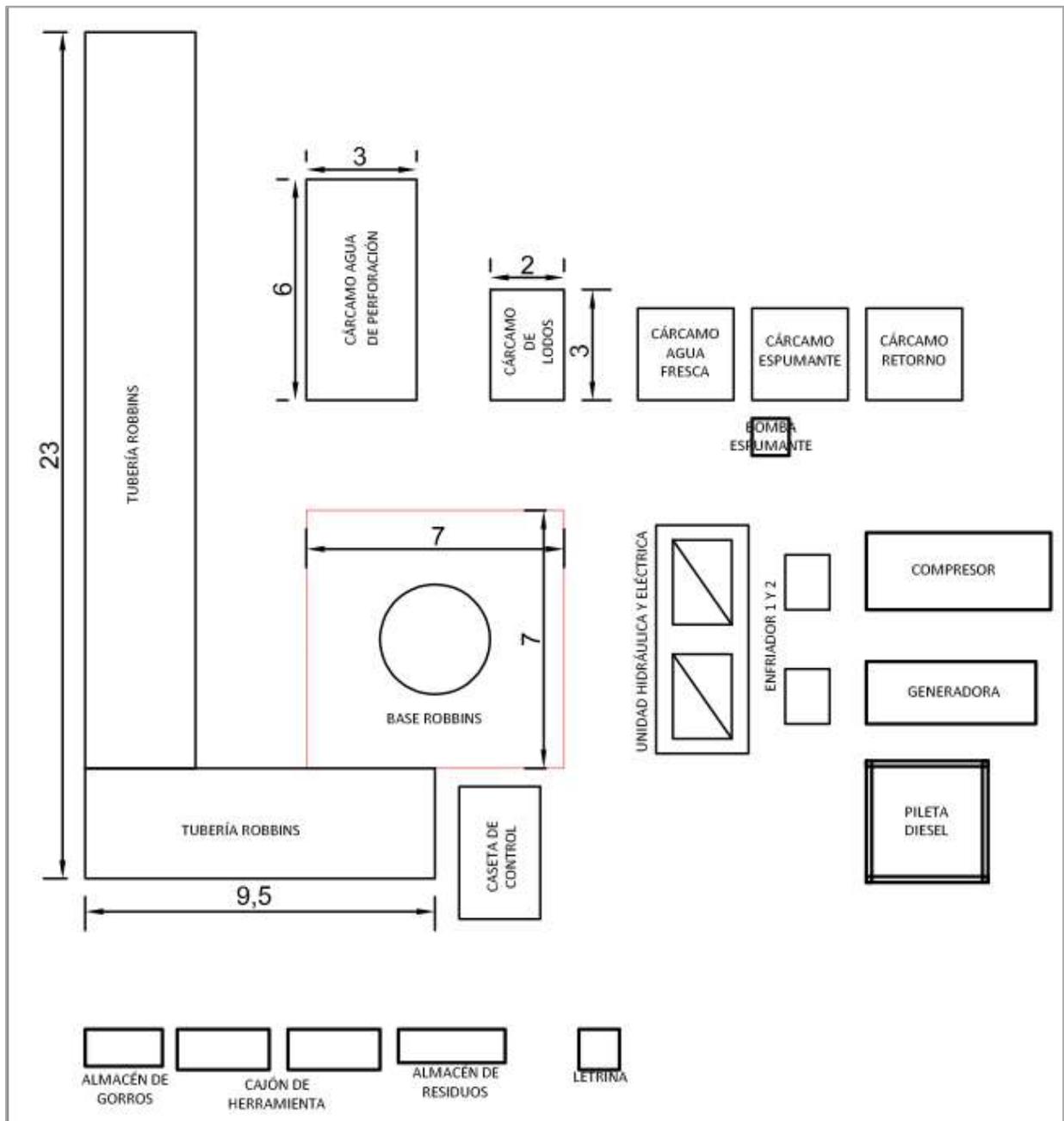


Figura II-4. Arreglo general de un Robbins

El derribo de vegetación de bosque de pino será inevitable, la cual no será recuperada mientras las obras estén en operación, sin embargo, esta será compensada con la reforestación de áreas ya degradadas por actividades ajenas al proyecto.

### II.2.1 Programa general de trabajo

Las actividades del cambio de uso de suelo se dividen en la preparación, construcción, operación y mantenimiento, así como abandono, dichas actividades iniciaran una vez obtenidos los permisos correspondientes y se considera un periodo de 2 años para su ejecución y 30 años de vida útil. La ejecución de cada etapa se llevará a cabo conforme el siguiente calendario:

Cuadro II-10. Cronograma general de trabajo

Etapa/Actividad		Meses						Años						
		Año 1			Año 2			Del Año 2 al Año 30						
		4	8	12	4	8	12	3	5	10	15	20	25	30
Preparación	Una vez que se obtengan los permisos ante SEMARNAT													
	Revisión del trazo	X												
	Rescate de flora y fauna	X												
	Marqueo		X											
	Desmante:													
	Derribo		X											
	Extracción		X											
Limpieza		X												
Construcción	Robbins													
	Perforación de pozos robbins		X	X	X									
	Base para robbins y ventilador			X	X									
	Cuarto eléctrico y de control				X	X								
	Cercado de malla ciclónica					X	X							
Obras de Restauración	Acordonamientos		X	X										
	Presas Control de Azolves				X									
	Reforestación					X								
	Rescate de flora	X												
	Letreros Alusivos			X										
Operación y mantenimiento	Operación de Robbins							X	X	X	X	X	X	
	Señalamientos							X						
	Mantenimiento y Reparaciones	Conforme se vaya requiriendo y durante la vida útil del proyecto												
Abandono	Después de la Vida útil del Proyecto que para efectos prácticos se ha catalogado en 30 años													
	Actividad	Año 1						Año 2						
	Obras de restauración de suelo				X	X								
	Desmantelamiento de infraestructura	X	X											
	Descompactación del terreno		X	X										
	Relleno del robbins					X	X							
	Reforestación									X				
Evaluación		X		X		X		X		X		X		

Dentro de esta etapa se llevarán a cabo las siguientes actividades:

## II.2.2 Preparación del sitio

### a) Revisión del trazo

Esta actividad consiste en dar un recorrido por la superficie propuesta a cambio de uso de suelo para verificar que las marcas establecidas durante la delimitación del área no se hayan perdido y colocar las que hagan falta para evitar que se derribe vegetación fuera de los límites. Las marcas consisten en señales con cinta de seguridad o marcas con pintura en los árboles al límite del proyecto.

### b) Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

Antes de iniciar con el derribo de la vegetación, se dará un recorrido para verificar la ausencia de fauna que pudiera ser afectada por las maniobras de derribo y extracción de la vegetación, en el caso de encontrar especies de lento desplazamiento se llevará a cabo el rescate mediante la técnica más adecuada para cada especie y serán reubicadas en sitios similares al de su origen para evitar afectación al individuo.

En el caso de la flora silvestre se identificaron 386 especies susceptibles a rescate y reubicación, para lo cual se extraerán las plantas con la mayor cantidad de suelo, para que al momento de trasplantarlas sea más fácil su adaptación.

#### **c) Marqueo**

El marqueo se hará de acuerdo a las dimensiones de la vegetación, en el caso del arbolado con dimensiones comerciales, se marcarán con el martillo marcador del responsable técnico con las siglas 874 CV. Mientras que el arbolado con dimensiones menores a los 10 cm será marcado con pintura roja.

#### **➤ Desmorte**

En esta etapa, se eliminará toda la vegetación presente en los polígonos propuestos a cambio de uso de suelo y las actividades consideradas para esta etapa son:

#### **d) Derribo**

Dentro de esta etapa, se eliminará la vegetación existente dentro de los polígonos propuestos para los robbins, esto se hará de forma mecánica (motosierra) para el arbolado mayor, mientras que para la vegetación con pequeñas dimensiones será de forma manual (machete), en ningún momento se utilizaran sustancias tóxicas para la eliminación de la vegetación.

El derribo de la vegetación se hará mediante la técnica de derribo direccional para evitar afectar vegetación en los límites de los polígonos propuestos.

#### **e) Extracción**

Una vez derribada la vegetación, se procederá a desramar los trozos que son susceptibles de aprovechamiento económico y se dimensionarán de acuerdo a las dimensiones que genere el trozo para su comercialización. En el caso de la vegetación que no cuenta con las dimensiones para ser comercializada, se picará y se utilizará para realizar los acordonamientos propuestos en las áreas con problemas de erosión y dentro de la misma área de desmorte para evitar la erosión y permitir la formación de materia orgánica con lo cual se puede promover la regeneración de pastos.

#### **f) Limpieza**

La limpieza del sitio consiste en retirar las herramientas manuales y mecánicas que se utilizaron para realizar el cambio de uso de suelo, así mismo, se dará un recorrido por el área para verificar que no se dejen residuos como plásticos o envases producto de alimentos o de mantenimiento de los vehículos.

Por otra parte, se extraerá el material residual de la vegetación derribada y que no sea comercial para realizar los acordonamientos, esto se realizará en áreas con problemas de erosión aledañas al área del proyecto, con lo cual se promoverá la reforestación natural y se evitará el proceso de erosión más grave.

### **II.2.3 Construcción de obras mineras**

El proyecto contempla la construcción de 3 robbins de extracción, así como su infraestructura auxiliar (cuarto de control, cuarto eléctrico y línea de encofrado), lo cual beneficiará de manera directa a los trabajadores al interior mina, pues se permitirá que se expulse el aire contaminado, con lo cual se disminuye la exposición a gases tóxicos que dañan principalmente los pulmones.

Para realizar esta obra se utilizará una maquina robbins con un motor de 200 hp y se perforará un pozo con un diámetro de 10 ft y una profundidad de 390.6333 m en los cuales se colocará una plancha de concreto para soportar los ventiladores de extracción de aire con un motor de 150 hp.

Para realizar esta obra será necesario contar con la siguiente maquinaria:

**Maquina tipo robbins con motor de 200 hp**

**Retroexcavadora.** Para la nivelación del terreno

**Camionetas.** Con capacidad de 3 Ton, Serán las encargadas del acarreo de combustible y herramientas manuales necesarias para la operación y funcionamiento de los equipo y personal involucrado en el presente proyecto de cambio de uso de suelo.

**Camionetas:** para el transporte del personal

**Camión de volteo:** para el transporte del material producto de las excavaciones.

Las obras mineras a construir son las siguientes:

**a) Exploración**

- ✓ **Barrenación:** No aplica para el presente proyecto.
- ✓ **Planillas de barrenación:** No aplica para el presente proyecto.
- ✓ **Zanjas:** No aplica para el presente proyecto.
- ✓ **Catas o pozos:** No aplica para el presente proyecto.

**b) Explotación**

- ✓ **Sistema de ventilación:** El proyecto consiste en la construcción de 3 pozos de ventilación (robbins) ubicados en dos lotes mineros ocupando una superficie de **1.287 has.**, para lo cual se requiere de infraestructura como: cuarto de operaciones, cuarto eléctrico, cárcamos, almacén de residuos, sanitario y áreas para compresor, generadora y almacén de combustible.

**El proceso para la construcción de los robbins será como sigue:**

**a. Perforación**

Para la construcción de los pozos de ventilación (robbins) se utilizará una maquina tipo robbins, la cual estará montada sobre rieles para facilitar las maniobras, esta máquina hace la perforación y va extrayendo el material restante, el cual será depositado en un área desprovista de vegetación y con problemas de erosión, posteriormente será llevado a interior mina para rellenar túneles fuera de servicio. Una vez terminados los pozos, se recubrirán las paredes con un material natural (bentonita o cemento) para evitar el derrumbe o la filtración de agua.

La entrada a los pozos será cubierta por una plancha de concreto para evitar que esta se haga más grande por el deslave en caso de lluvias, además, toda el área será cercada con malla ciclónica en una superficie de 50 x 50 m, para evitar accidentes tanto de personas como de la fauna silvestre.

**b. Base para robbins y ventilador**

La base para cada ventilador y robbins, será construida de concreto y tendrá una superficie de 7 x 7 m.

**c. Cuarto eléctrico y de control**

El cuarto eléctrico tendrá una dimensión de 7 x 3 m, estará construido de ladrillo y cemento y contará con la infraestructura eléctrica para el funcionamiento del ventilador y la iluminación del área.

El cuarto de control tendrá una superficie de 3.5 x 2 m, y será construido de material (cemento y ladrillo), en este se instalarán radios y equipo de control del ventilador.

**d. Cercado de malla ciclónica**

Cada área para robbins será cercada con una malla, esto con el propósito de evitar la entrada a personal no autorizado, así como la fauna silvestre que transite por la zona, con lo cual se evitan accidentes.

- ✓ **Accesos a los niveles subterráneos:** NO aplica para el presente proyecto, pues ya se están llevando a cabo las actividades mineras de explotación subterránea, para lo cual ya se realizaron los trámites necesarios.
- ✓ **Subniveles:** No aplica para el presente proyecto, puesto que únicamente se trata de la construcción de un sistema de ventilación.
- ✓ **Rampas de acceso a bancos:** No aplica para el presente proyecto.
- ✓ **Tajo:** No aplica para el presente proyecto.

- ✓ **Polvorines:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Depósitos superficiales de tepetate:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Depósitos superficiales de terreros:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Depósitos superficiales de suelo fértil:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Depósitos superficiales de suelo estéril:** No aplica para el presente el proyecto.
  - ✓ **Transporte de mineral:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Sitios subterráneos de mantenimiento, abastecimiento y servicios:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Otros:** No aplica para el presente proyecto
- c) **Beneficio**
- ✓ **Trituración y molienda:** No aplica para el presente proyecto, puesto que los trámites para el beneficio del mineral se obtuvieron cuando se inició el proyecto minero general.
  - ✓ **Planta de beneficio:** No aplica para el presente proyecto, dado que la empresa minera ya cuenta con una autorización para el funcionamiento de una planta de beneficio.
  - ✓ **Laboratorio:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Patios de lixiviación:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Piletas de solución pobre:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Piletas de solución rica (con valores):** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Piletas de demasías:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Presa de jales:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Sistema de conducción de soluciones de proceso y jales:** No aplica para el presente proyecto.
  - ✓ **Otros:** No aplica para el presente proyecto.

#### II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

El proyecto se limita a establecer las siguientes actividades:

- a) **Construcción de caminos de acceso y vialidades.** No se requiere de abrir nuevos caminos, pues el área cuenta con caminos accesibles durante todo el año, puesto que ya se están realizando actividades dentro de la zona.
- b) **Servicio médico y respuestas a emergencias.** Se contará con botiquín de primeros auxilios y en caso de alguna emergencia mayor se trasladará al centro de atención médica establecido en el poblado la Ciénega de Nuestra Señora o hasta la Cd. Santiago Papasquiario, Dgo.
- c) **Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.** *No aplica para el proyecto la construcción de este tipo de infraestructura pues el complejo minero esta aproximadamente a 20 km de distancia.*
- d) **Campamentos, dormitorios, comedores.** *No aplica para el proyecto la construcción de este tipo de infraestructura, puesto que ya se encuentra establecida dentro del complejo minero de Ciénega.*
- e) **Instalaciones sanitarias.** Se colocarán baños portátiles para el uso del personal que labore en el sitio del proyecto, de esta manera se evitara la contaminación del suelo por desechos fisiológicos.
- f) **Planta de tratamiento de aguas residuales.** No se considera el establecimiento de esta obra, dado que se cuenta con una planta de tratamiento dentro del complejo minero La Ciénega.
- g) **Abastecimiento de energía eléctrica.** La energía eléctrica será necesaria para el funcionamiento de los ventiladores en cada robbins, por lo que se contempla el establecimiento de una planta generadora de electricidad.

#### II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La operación de estos pozos es únicamente mejorar la ventilación al interior mina. En el caso de los ventiladores, su función es extraer el aire contaminado del interior de la mina para que los trabajadores tengan un buen ambiente laboral y seguridad y minimizar los daños a la Salud

El mantenimiento es para los ventiladores y se realizará conforme se vaya requiriendo, aunque de forma semanal o mensual se revisará que no presenten fallas y en su caso actuar de manera inmediata evitando así daños mayores.

Por otra parte, se dará mantenimiento del camino de acceso a los robbins sobre todo después de la temporada de lluvias ya que los caminos quedan afectados por el arrastre de suelo y los baches que se generan por el tránsito de vehículos, por lo tanto, el mantenimiento consiste en relleno de grietas y bacheo, esto con el propósito de facilitar el acceso al área, además de que se conserva en buenas condiciones el acceso a dicha obra, se previene la erosión.

#### **II.2.5.1 Tipo de servicios que se brindaran en las instalaciones**

Los servicios que se presentaran con las instalaciones son proporcionar extracción de aire contaminado del interior de la mina con lo cual se podrán tener las condiciones adecuadas para la seguridad de los trabajadores.

#### **II.2.5.2 Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos**

En general, la operación del proyecto podría generar emisiones de residuos sólidos, líquidos o gaseosos en el sitio, sin embargo, durante la preparación, construcción y mantenimiento se utilizarán vehículos que transportarán al personal, así como maquinaria para el despalme o nivelación del terreno; por lo que se considera que las tecnologías que se usarán para el control de las emisiones y residuos se refieren a aquellas que están incluidas en los vehículos automotores que se utilizarán tanto en esta etapa, como en las etapas precedentes. El manejo de los residuos y emisiones de los contaminantes será como a continuación se describe:

Emisiones a la atmósfera.	Los humos generados por los vehículos y maquinaria utilizados durante la preparación, construcción y mantenimiento de la infraestructura; se podran mantener dentro de los límites establecidos en la normatividad ambiental mediante el mantenimiento preventivo de los vehículos.
Descargas de agua residuales.	El proyecto generara aguas residuales provenientes de las excavaciones, para lo cual se contará con cárcamos de recuperación, en los cuales se promovera el reciclaje de agua, pues el agua pasara por un cárcamo de lodos, posteriormente a un cárcamo espumante y finalmente un cárcamo de retorno que almacenar el agua tratada y que podra ser reutilizada en el proceso. Para el caso de los residuos liquidos humanos, se contara con letrinas.
Residuos sólidos que puedan ser generados.	Aunque se indicará al personal que eviten dejar residuos en las áreas de trabajo, pudieran encontrarse algunos envases rotos, bolsas de plástico o algunas latas, los cuales serán recolectados y depositados en contenedores, los cuales serán instalados dentro del área de trabajo.
Emisiones de ruido.	Los ruidos ocasionados por los vehículos, máquinas y herramientas de trabajo; se podran cuantificar al momento de iniciar con las actividade, sin embargo, se mantendrán los vehículos en óptimo estado para reducirlos al mínimo, mediante su mantenimiento preventivo, ademas el personal será dotado de quipo de protección auditiva.

#### **II.2.5.3 Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.**

Las reparaciones que se requieren son para la maquinaria utilizada en el despalme y perforación, así como para las motosierras que se utilizarán para el derribo del arbolado y los vehículos para el transporte del mismo.

Estas reparaciones se realizarán dentro de los talleres autorizados, ya sea dentro del poblado de Ciénega o en la ciudad de Durango, dependiendo del tipo de reparación que se requiera.

En caso de que se presente un imprevisto dentro de las áreas de trabajo, se tomara las medidas necesarias para evitar contaminación al suelo, como utilización de trapos absorbentes y contenedores para coleccionar los residuos generados.

#### **II.2.5.4 Control de malezas o fauna nociva**

El proyecto no incluye el control de malezas o de fauna nociva.

### **II.2.5.5 Mantenimiento**

El mantenimiento se dará conforme se vaya requiriendo, mientras tanto se realizarán revisiones al ventilador para evitar accidentes y mantener su funcionamiento en buen estado.

En cuanto a los vehículos, se les dará un mantenimiento mensual, aunque diariamente antes de iniciar la jornada laboral, se revisará que se encuentren en buenas condiciones para evitar o disminuir las fallas dentro de las áreas de trabajo.

### **II.2.6 Etapa de abandono del sitio**

Una vez terminada la vida útil del proyecto, se procederá a retirar la infraestructura, se desmontarán los cuartos de control y eléctrico y se retirará el ventilador, los baños portátiles y los depósitos para el almacenamiento de residuos.

En el caso de las planchas de concreto, estas serán destruidas con una perforadora para permitir que entre el agua y se promueva la regeneración, los cárcamos también serán derribados aplicando la misma metodología que para las planchas de concreto.

Cada pozo robbins será rellenado con tepetate hasta quedar nivelado con el terreno natural y se aplicará un programa de reforestación dentro de las áreas desmontadas.

### **II.2.7 Utilización de explosivos**

El proyecto no considera a utilización de explosivos.

### **II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera**

La generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera se presentarán en todas las etapas del proyecto, aunque serán mínimos, dado que el uso de la maquinaria es temporal, por lo que se tendrá especial cuidado en cuanto a la recolección de todo tipo de residuos para depositarlos en el lugar de confinamiento final.

La etapa de **preparación y construcción** del proyecto, implica el uso de maquinaria para el derribo de vegetación, despalle, transporte de trocería y material vegetal muerto, maquina tipo robbins para construcción del pozo de ventilación y vehículos para el transporte de insumos tanto para los robbins. Mientras que la etapa de **operación** se puede requerir de vehículos para el transporte de insumos para el mantenimiento o reparación del ventilador, por lo que los residuos en esta etapa serán mínimos y a corto plazo.

El uso de equipos automotores conlleva la deposición de emisiones y residuos al ambiente, lo que hace necesaria la adopción de medidas precautorias adecuadas para minimizar los impactos adversos que se producen. En este sentido, surge la necesidad de implementar un plan de manejo de residuos que permita mantener las emisiones contaminantes en niveles aceptables.

#### **II.2.8.1 Residuos no peligrosos**

##### **➤ Sólidos**

Uno de los principales residuos a generar es; el suelo y los residuos vegetales producto del desmonte. La vegetación removida que cuenta con las dimensiones para ser aprovechada comercialmente será aprovechada para su venta, mientras que los que no son comerciales serán utilizados para realizar los acordonamientos que se proponen como medidas de restauración.

Otros residuos que pueden generarse en el transcurso de la obra son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio, que serán producto de los alimentos, así como restos de cable, madera o plásticos que se generen por la construcción de los cuartos. Se estima que los trabajadores de la obra serán 15, mismos que podrán generar hasta 0.94 kg de basura por día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2020), estos residuos serán recolectados por los mismos trabajadores y colectados en recipientes para posteriormente ser llevados al relleno sanitario de la empresa minera que se encuentra a menos de 20 km de distancia.

Los principales residuos son: botellas de plástico, cartón, papel, vidrios, latas de lámina, aluminio, pedazos de cable, pedazos de madera, etc., a continuación, se presenta un aproximado de los residuos que se generaran durante la vida útil del proyecto, para lo cual se estima un total de 15 trabajadores.

Cuadro II-11. Residuos sólidos no peligrosos

Tipo de residuo	Cantidad generada (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes <sup>2</sup> )	Total anual (kg)
Residuos de comida húmedos	0.05	37.5	450
Papel	0.02	15	180
Cartón	0.02	15	180
Plásticos (varios)	0.03	22.5	270
Vidrio	0.07	52.5	630
Otros	0.03	22.5	270
<b>Total</b>	<b>0.22</b>	<b>165</b>	<b>1,980</b>

#### ➤ Líquidos

El proyecto no requiere de grandes cantidades de agua, solo se requiere para realizar las mezclas de concreto para la construcción de las planchas y cuartos de material, misma que podrá tomarse de la que se utiliza dentro del complejo minero La Ciénega, pues se cuenta con una planta tratadora, y la que se requiere para la hidratación de los trabajadores la cual será comprada en garrafón.

Se contará con cárcamos de almacenamiento de agua que pueda llegar a generarse durante las perforaciones, para lo cual se contará con un cárcamo de agua fresca, un cárcamo de lodos, un cárcamo espumante y un cárcamo de agua recuperada, dentro de estos, se le dará tratamiento al agua para que pueda ser aprovechada en otras actividades como riego de caminos para evitar la dispersión de polvos.

En el caso de los desechos humanos, se colocarán baños portátiles y los residuos serán descargados en los biodigestores disponibles por parte de la empresa minera o de ser necesario se solicitará a la empresa encargada del tratamiento de estos residuos para que se haga cargo.

#### ➤ Emisiones a la atmosfera

Las emisiones a la atmosfera serán las relacionadas con los vehículos para el transporte del personal y la trocería producto del desmonte.

Los vehículos generaran un total de **48.24 toneladas de CO<sub>2</sub> al año**, según la Calculadora de emisiones de CO<sub>2</sub> disponible en: <http://calcarbono.servicios4.aragon.es/index.html>. Para el cálculo se consideraron 6 vehículos, 3 que funcionan a base de gasolina y 3 que utilizan diésel.

Se considera que, con los mantenimientos preventivos y las verificaciones correspondientes, se mantendrán los límites permisibles por la legislación vigente, además se limitara el uso de vehículos cuando sea necesario.

Por otra parte, la eliminación de vegetación dejará de producir **15.758 toneladas** de carbono dentro del área del proyecto (metodología de la IPCC, (1995), lo cual se podrá recuperar con la reforestación de una superficie igual o mayor a la deforestada.

#### ➤ Emisiones de ruido

Los vehículos y principalmente la maquinaria involucrados en el proyecto, deberán ajustarse a la normatividad vigente, los niveles sonoros emitidos por los equipos utilizados en las obras, medidos en decibeles se presentará en la siguiente tabla:

Cuadro II-12. Límites máximos permisibles de decibeles

PESO BRUTO VEHICULAR Kg	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES Db (A)
Hasta 3,000	79
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

La maquinaria, vehículos y equipo que serán utilizados para la ejecución del proyecto se muestran a continuación, así como los niveles de ruido que producen cada uno de ellos.

Cuadro II-13. Decibelios producidos por la maquinaria utilizada en el proyecto

Maquinaria	Peso bruto Aproximado (kg)	Decibelios producidos
Retroexcavadora	7,990	81
Maquina Robbins	15,350	84
Camioneta pick up	3,000	79
Camioneta tipo vans	2,050	79

El ruido no ocasionará un impacto significativo en la población dado que los poblados más cercanos con mayor número de habitantes se encuentran aproximadamente a 3 km de distancia, además las condiciones de la zona permiten que el radio a donde llega el ruido sea menor, en el caso de los trabajadores todos contarán con el equipo de protección auditivo para evitar daños por el tiempo de exposición al ruido generado por la maquinaria durante la perforación.

Al momento de iniciar con las actividades se medirán las emisiones de ruido para verificar que se encuentren dentro de los límites permisibles.

### II.2.8 Residuos peligrosos

Dentro del área del proyecto se generan residuos que por su composición pueden representar un peligro para los componentes ambientales suelo, agua, aire, así como para la vegetación y fauna silvestre. Estos residuos únicamente corresponden a los que se generaran por los mantenimientos inesperados durante las actividades propias del proyecto, tal es el caso de gasolina, aceites gastados, estopas impregnadas, grasas mismas que serán almacenados en contenedores con tapa para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para su confinamiento final en el estado de Durango.

Durante todas las etapas del proyecto se evitará que los residuos entren en contacto directo con el suelo, por lo que durante el mantenimiento del equipo y maquinaria se utilizaran lonas o trapos absorbentes con lo que se evita que estos sean filtrados al suelo y contaminen el agua subterránea.

Los residuos considerados dentro del proyecto son los siguientes:

Cuadro II-14. Residuos generados por las actividades del proyecto

Nombre comercial	Nombre Técnico	Estado físico	Tipo de Envase	Etapas o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual (lts/kg)	Cantidad de reporte	Características CRETIB <sup>2</sup>						IDLH <sup>3</sup>	TLV <sup>4</sup>	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
							C	R	E	T	I	B				
Gasolina		Líquido	Pipa	Derribo y transporte de material e insumos Construcción de los robbins, así como reparaciones de imprevistos.	2,700				X	X	X				Camioneta motosierra	NA
Aceite		Líquido	Recipiente plástico 20 lts.		144					X	X				Todos los vehículos	NA
Diésel		Líquido	Pipa		3,600				X	X	X				Maquinaria	NA
Grasas		Sólido	Recipiente plástico 20 kgs.		120					X					Maquinaria	NA

### II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

La empresa minera cuenta con la infraestructura adecuada para el manejo de los residuos que se generan dentro de cada área de trabajo, dentro de la infraestructura se puede mencionar la siguiente:

**Relleno sanitario:** dentro de este se depositan los residuos sólidos no peligrosos que se generan dentro del complejo minero y de las localidades cercanas, así mismo, se recolectan los residuos de todas las áreas que se encuentran en operación. En cada parca se cuenta con depósitos de residuos en los cuales se promueve el reciclaje.

**Almacén de residuos peligrosos:** Dado que la empresa cuenta con un taller para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, se cuenta con un almacén de residuos peligrosos, los cuales son entregados a una empresa autorizada para el confinamiento final en el estafo de Durango. Cada área de trabajo cuenta con depósitos de materiales peligrosos, los cuales son colectados dentro del almacén general y registrados en bitácoras.

Planta de tratamiento de aguas residuales: Para el tratamiento de aguas residuales se cuenta con la planta de tratamiento en la cual se le da un tratamiento al agua proveniente de los campamentos y esta es reutilizada principalmente en el riego de caminos.

#### **II.2.10 Otras fuentes de daños**

El proyecto no incluye el uso de sustancias toxicas o que pudieran generar una explosión o derrame

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

De acuerdo con los objetivos del Programa Forestal y de Suelos y al Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 para el Estado de Durango, la minería representa un impulso para mejorar las condiciones socioeconómicas a nivel estatal, por lo tanto, la inversión en infraestructura es indispensable para promover esta actividad. De acuerdo al panorama minero del estado de Durango 2018, la actividad minera ha tomado mayor auge en la actualidad debido a los incrementos en los precios de los metales y Durango es un importante productor tanto de minerales metálicos como no metálicos, ocupando los primeros lugares en la producción de oro y plata.

Por otra parte, el plan de desarrollo municipal de canelas 2019-2022, menciona que la minería es parte fundamental del desarrollo del municipio, sin embargo, no se lleva a cabo a gran escala, por falta de infraestructura que les facilite realizar las actividades tanto de exploración, extracción y beneficio.

Por lo tanto, el presente proyecto es parte complementaria de la infraestructura ya instalada y que servirá para mejorar las condiciones de seguridad de los trabajadores, pues es de vital importancia mantener las áreas de trabajo en condiciones de seguridad adecuadas para un mayor rendimiento.

En base a lo anterior, se analizaron los instrumentos normativos que se relacionan con el proyecto, con lo cual, podemos determinar las acciones que debemos tomar para minimizar los impactos que pudiesen llegar a generarse con el desarrollo del proyecto y los instrumentos jurídicos aplicables que fueron analizados son los siguientes:

#### **III.1 Programa de ordenamiento ecológico del Estatal (POEE)**

De acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEPa), el ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El programa de ordenamiento ecológico no es un programa estático, sino que debe ser actualizado por los cambios drásticos que modifiquen el ecosistema y los cambios socioeconómicos dentro de la unidad ambiental definida, en este contexto el análisis de la unidad de gestión ambiental se obtuvo del Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango Actualizado en 2016, donde se especifica que el área para el desarrollo del presente proyecto se ubica dentro de la siguiente UGA:

Cuadro III-1. Ubicación del proyecto dentro de la UGA

No.	POLITICA	NOMBRE	USOS A PROMOVER	MUNICIPIOS	CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA
126	Conservación	Sierra alta con cañones 9	Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria de Caprinos; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería	Canelas; Santiago Papasquiaro; Tamazula	BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; FORM06; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09

Los criterios de regulación y el cumplimiento del proyecto con estos, se presentan en la siguiente tabla:

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACIÓN	CUMPLIMIENTO CON EL CRITERIO DE REGULACIÓN
<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	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 79 fracción I. Ley General de Desarrollo	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Política	Se realizará una reforestación con <i>Pinus ayacahuite</i> con el propósito de compensar la vegetación

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACIÓN	CUMPLIMIENTO CON EL CRITERIO DE REGULACIÓN
	desplazadas o afectadas por actividades previas.	Forestal Sustentable, artículo 33, fracción XI; 77; 86 y 131.	Ambiental de Protección y/o Restauración.	removida por el cambio de uso de suelo, esta se realizará en áreas ya perturbadas por actividades agrícolas principalmente.
<b>EXPLOTACIÓN PECUARIA</b>				
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	La conversión de bosques a potreros amenaza la supervivencia de muchas especies y por lo tanto es una preocupación prioritaria de los conservacionistas (Serrao y Toledo, 1990; Szott et al., 2000). Cuando los potreros se usan durante un período corto (	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, Artículo 62.	Las áreas cercanas al proyecto no son utilizadas para actividades ganaderas, puesto la actividad minera dentro de la zona es constante. Los propietarios de ganado tienen sus potreros bien definidos.
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	Las actividades ganaderas deberán evitar afectar la integridad del flujo hidrológico natural, zonas bajas inundables y cuerpos de agua temporales. (Ibarra et al, 2011)	Ley Ganadera del estado de Durango 2006	Las actividades ganaderas se realizan fuera de los límites de los cauces
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> ).	No se deberá realizar el cultivo de especies exóticas invasivas, para evitar la afectación de flora nativa (Ibarra et al, 2011)		Las especies consideradas para las actividades de restauración, son de acuerdo a las especies existentes en el área del proyecto y sus alrededores.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	Los sistemas de pastoreo rotativo permiten un aprovechamiento planeado y períodos de recuperación, de manera que las plantas pueden producir semillas y plántulas. Estos sistemas de pastoreo tienden a beneficiar a la fauna más que el pastoreo anual o estacional. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998)	Ley ganadera para el Estado de Durango, Artículo, 149; 151; 153 y 156; Ley de Desarrollo rural sustentable, Artículo, 164	Las actividades ganaderas promueven la rotación de potreros para permitir la restauración natural de los sitios utilizados por el ganado para pastar.
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.	El pisoteo del ganado en los bordes de los cuerpos de agua, evita el crecimiento de la vegetación natural, causa compactación del suelo y aumenta la turbidez del agua, la cual afecta a las plantas acuáticas y anfibios (Johnson, T.R. 1983).	Ley general de vida silvestre (Art. 19); Ley ganadera para el Estado de Durango (Art. 86,).	No se requiere la construcción de obras de este tipo, dado que el ganado se cría fuera de estos sitios.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten	La instalación de estructuras convencionales para la suplementación aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades entre fauna y	Ley general de vida silvestre (Art. 19).	No existe infraestructura para la disposición de agua para el ganado, en algunos casos se forman represas no profundas donde se puede

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACIÓN	CUMPLIMIENTO CON EL CRITERIO DE REGULACIÓN
	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).	ganado, así como la mortalidad por ahogamiento. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).		captar agua suficiente para abastecer al ganado y que no representan un riesgo para el resto de la fauna silvestre dado que son muy superficiales.
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.	Los cercados convencionales pueden limitar el movimiento de la fauna y atrapar animales de gran tamaño (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).	Ley general de vida silvestre (Art. 73, 74 y 75).	En los sitios que se cercan para actividades ganaderas se utiliza alambre de púas de 3 hilos y postes de madera, lo cual permite que la fauna silvestre se pueda desplazarse libremente.
<b>APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE</b>				
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 80, Fracción I; VI; Ley General de Vida Silvestre, artículo 19 y 21.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	No aplica para el presente proyecto, puesto que no se realiza el aprovechamiento forestal dentro del predio implicado, puesto que es propiedad de la empresa minera.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 132	UGA con actividad forestal maderable y política de conservación; AFM a promover.	Aunque no es el objetivo del proyecto el aprovechamiento forestal, se derribará vegetación, misma que deberá ser compensada con la reforestación de especies nativas. La empresa minera cuenta con un vivero donde produce las principales especies de la región y es de donde se extrae la planta para las reforestaciones.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 24, fracción II; 62, fracción XII; 112, fracción V y 124.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	Se le dará control al material resultante del derribo mediante el acordonamiento del mismo.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 55 y 62, fracción III. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, artículo, 12, fracción VII, XXXI; 46 y 72.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	Se propone realizar 150 m <sup>3</sup> de presas de control de azolves, así como la reforestación de 3.5 ha de pino, como medidas de restauración dentro de áreas con procesos de erosión.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 7, fracción II; Ley de Aguas Nacionales, artículo 119, fracción XIV.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	Dentro del área propuesta a cambio de uso de suelo no existen cauces de ningún tipo, así mismo, no será necesario abrir nuevos caminos, puesto que se

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA ASIGNACIÓN DE	CUMPLIMIENTO CON EL CRITERIO DE REGULACIÓN
				cuenta con la infraestructura de acceso necesaria para llegar a todas las áreas propuestas.
FORM06	A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Candelilla, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto.	Una de las alternativas que puede hacer más rentable y menos extenuante el sistema de producción de cera, es el establecimiento de plantaciones comerciales de la especie. Para la selección del sitio de plantación, se deberán considerar áreas donde dicha planta haya existido o exista de manera natural, ya que al sacarla de sus condiciones de hábitat existe el riesgo de que estas puedan morir o presentar poco desarrollo en las plantaciones, o podría mostrar un buen desarrollo, pero con escaso o nulo contenido de cera (Martínez Salvador, M. 2013).	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 1, fracción III.	No se realizan actividades ganaderas dentro de las áreas empleadas por actividades mineras.
<b>MINERÍA</b>				
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	En la minería, las medidas de cuidado del medio ambiente tienen como objetivo que la actividad se desarrolle de manera que su efecto sobre la vegetación, el suelo, el agua y el resto de elementos del medio sea el mínimo posible, con ahorro de recursos y de energía, al tiempo que se reduce la contaminación y la generación de residuos (Escribano Bombin, M., 2007). Con lo anterior, los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados, entre otras, a sujetarse a las disposiciones contenidas en la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	Ley Minera, Artículo, 27, fracción IV; 37, fracción II y 39.	Para compensar los impactos generados por las actividades mineras, se realizan obras de compensación de vegetación mediante la reforestación, además se realiza el acomodo de material vegetal muerto en áreas con poca cobertura vegetal para promover la formación de suelo y regeneración natural. Todos los equipos y vehículos se mantienen dentro de los límites de emisiones permisibles al darle el mantenimiento continuo. No se utilizaran sustancias peligrosas durante la construcción de las obras, por lo que no se generaran residuos peligrosos.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es uno de los combustibles comerciales con menores emisiones de gases de efecto invernadero, si se considera todo su ciclo de vida. El GLP es el que produce menores emisiones de gases de efecto invernadero por 100 kilómetros recorridos, si se tiene en cuenta todo su ciclo	NOM-050- SEMARNAT-1993	Los vehículos utilizados dentro del complejo minero, son sometidos a mantenimiento preventivo mensual, así mismo se realizan las verificaciones necesarias para comprobar que las emisiones estén dentro de los límites permisibles, de lo contrario se suspende el vehículo y se

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACIÓN	CUMPLIMIENTO CON EL CRITERIO DE REGULACIÓN
		de vida desde el pozo de extracción hasta el punto de consumo. Sus emisiones son inferiores a las de la gasolina y el gasóleo en casi todas las regiones del mundo e incluso un 12% más bajas que el etanol producido a partir de maíz (E85) en Norteamérica (LGP Exceptional Energy S/F).		manda a afinación hasta que cumpla con los niveles.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Los vehículos a motor, se acepta, son la fuente de mayor contaminación ambiental. Los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero (CO2 y metano) (Schifter I y López Salinas, E., 1998)	NOM-041- SEMARNAT-2006	Todos los vehículos son sometidos a mantenimiento preventivo para que se verifique su cumplimiento, de lo contrario se suspende su operación y se vuelve a dar mantenimiento hasta que cumpla con los límites permisibles.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso p	Para el correcto manejo de los residuos peligrosos, debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma que se minimicen los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos (Martínez, J., 2005).	NOM-052- SEMARNAT-2005 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 21.	Los residuos generados dentro del complejo minero, son comparados con el listado de la NOM-052-SEMARNAT-2005., Así como la NOM-157-SEMARNAT-2009.
<b>URBANO</b>				
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán, contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones pequeñas pueden contaminar localmente acuíferos, cauces y cuerpos de aguas por la descarga directa de sus aguas residuales (Rosales Escalante, E., 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente artículos 23 Fracción VII y IX, 120 Fracción II, 121, 122 Fracción I, 123, 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales artículo 29 Fracción XIV, 29 Bis Fracción II y III, 45, 46 Fracción V, 47 y 47 Bis, 85 y 88 Bis Fracción VI, IX y X.	Dentro del poblado de Ciénega se cuenta con drenaje, mientras que a los alrededores se cuenta con fosas sépticas.

La ubicación del proyecto dentro de la UGA se presenta en el **Anexo 4d**

### **III.2 Plan nacional de desarrollo**

En base al Plan nacional de Desarrollo 2019-2024 (Publicado en el DOF el 12 de julio de 2019), el proyecto es congruente con los objetivos de la economía para el bienestar y Política social, pues con la generación de empleos se podrá tener mayor acceso a servicios y productos.

Específicamente se puede vincular el proyecto con el objetivo de desarrollo sostenible, pues el gobierno está comprometido con garantizar un desarrollo sostenible que no solo beneficie a las generaciones presentes, si no que se garantice el bienestar de las generaciones futuras, por lo que vigilará que las actividades que se realicen no

comprometan los recursos, por lo tanto el proyecto aplicará las medidas de protección, restauración y mitigación de remediación para evitar la alteración de los recursos ambientales.

Así, mismo, el proyecto se puede considerar dentro del eje 3 Economía, pues con la inversión en infraestructura para continuar con las actividades mineras, se pueden incrementar las fuentes de empleo, beneficiando principalmente a los pobladores locales, pues con los ingresos generados se puede acceder a mayor número de servicios. Por otra parte, se puede beneficiar el flujo económico a nivel regional.

### ***III.3 Plan de Desarrollo Estatal***

Durango posee una gran riqueza minera y contribuye en gran medida a la producción nacional, principalmente, con metales preciosos. Entre los beneficios más importantes de la industria minera, destacan: la creación de empleos, la formación de polos de desarrollo, la generación de divisas y el arraigo de la población en sus lugares de origen.

Durango ocupa los primeros lugares en cuanto a producción de minerales metálicos como oro y plata, actualmente la demanda de estos productos ha ido en aumento debido a la demanda en los mercados y al aumento en su precio, por lo que las empresas mineras han incrementado el interés en esta actividad aumentando la inversión en infraestructura para su desarrollo.

La minería metálica ofrece opciones de desarrollo para las comunidades más marginadas, mediante la generación de empleos y el apoyo con obras sociales.

Dentro de los objetivos del programa estatal 2016-2022 (Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango el martes 14 de Marzo de 2017) con los que se vincula este proyecto destacan los siguientes:

#### **3.- Impulsar la industria minera en el estado**

- Concientizar a los mineros a trabajar en la legalidad, con seguridad y eficiencia, mediante capacitación en seguridad, procedimientos, métodos de trabajo y cuidado del medio ambiente.

Por lo tanto, con la construcción de los robbins incluyendo los ventiladores, se podrá mantener un ambiente de trabajo adecuado para los trabajadores, disminuyendo los riesgos de accidentes y de salud de los mismos, con lo cual se podrá continuar con las actividades de explotación de manera segura.

### ***III.4 Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Canelas***

De acuerdo al plan municipal de desarrollo del municipio de Canelas 2019 -2022, la actividad minera ha sido una de las actividades económicas de mayor tradición en el municipio, sin embargo, no se ha desarrollado a un nivel óptimo debido principalmente a la infraestructura, apoyo financiero, mano de obra y técnica capacitada que contribuya al desarrollo eficientemente de esta rama industrial.

Actualmente la minería se está desarrollando a gran escala, por lo que dentro del plan de desarrollo se plantean los siguientes objetivos y metas en cuanto a la minería:

#### **Objetivo**

Detectar nuevas oportunidades de desarrollo de la minería en el Municipio mediante trabajos de exploración.

#### **Metas**

- Fortalecer el sector mediante la disponibilidad de recursos económicos Estatales y Federales.
- Definición de un Plan Microregional para el desarrollo de la actividad extractiva.

#### **Acciones**

- Definición de un equipo de trabajo al interior del Ayuntamiento responsable de la promoción minera en el Municipio.
- Establecer comunicación con el Fideicomiso Fondo Minero y el Consejo de Recursos Mineros con la finalidad de canalizar recursos a la actividad de exploración y determinación de reservas.

- Elaborar un estudio alternativo de aprovechamiento minero, determinando nuevos horizontes para la actividad.
- Implementar una política de la relación permanente con la empresa minera ubicada en Ciénaga de Nuestra Señora con la finalidad de firmar un Convenio de coordinación de acciones.

El desarrollo del presente proyecto es congruente con el plan de desarrollo municipal, dado que forma parte complementaria de un proyecto de infraestructura auxiliar en el proceso de explotación de minerales, puesto que se asegura la salud de los trabajadores con la implementación del sistema de ventilación que permitirá disminuir riesgos en la salud y por lo tanto habrá mayor rendimiento.

### **III.5 Normas oficiales mexicanas**

El presente proyecto se vincula directamente con las siguientes normas oficiales mexicanas.

- **NOM-041-SEMARNAT-2006.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.

EL proyecto se vincula a esta NOM dado que se utilizarán vehículos que usan gasolina, estos servirán para el transporte del personal, transporte de materiales para la construcción de las obras, así como para mover el material vegetal susceptible de aprovechamiento.

Para dar cumplimiento a lo establecido en la NOM, se dará mantenimiento preventivo a los vehículos y se realizarán las verificaciones correspondientes dentro de empresas autorizadas para este fin.

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial corresponde a la secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la secretaria de comunicaciones y Transportes, así como a los Gobiernos del Distrito Federal y de los Estados, y en su caso de los municipios, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005.** Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Las grasas, el combustible y los aceites que utilizan los vehículos son considerados como residuos peligrosos, y aunque los cambios de aceites y el propio mantenimiento de los vehículos se llevaran a cabo en lugares especializados, se pueden presentar imprevistos dentro de las áreas de trabajo que pueden generar residuos, para ello, es obligatoria la observancia de la presente norma oficial mexicana para su cabal cumplimiento y la identificación de la peligrosidad de un residuo.

- **NOM-059- SEMARNAT-2010 y su Proyecto de Modificación publicado en el DOF el 21 de noviembre de 2015.** Protección de 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.

A nivel regional del presente proyecto están reportadas especies catalogadas en dicha Norma, por lo que es de vital importancia dar cabal cumplimiento y protección a las especies catalogadas en la presente norma mexicana, mediante la aplicación de un programa de rescate que permita la sobrevivencia de dichas especies.

- **NOM-060- SEMARNAT -1994.** Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

La Vinculación de esta Norma Oficial mexicana se da con lo establecido en el Inciso 3.13 el cual dice:

**3.13 Remoción.** *La extracción total o parcial en una superficie arbolada,* Tal es el caso ya que el proyecto precisa la remoción total de los individuos, vegetación que no será recuperada hasta el término de la vida útil del proyecto, por lo que se proponen una serie de medidas de restauración y compensación por la pérdida de vegetación.

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley Forestal y demás Ordenamientos jurídicos aplicables.

- **NOM-077-SEMARNAT-1995.** Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, prevén que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país y que las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes entre otras, de fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas.

En el presente proyecto, entre las fuentes móviles que generan emisiones contaminantes a la atmósfera se encuentran los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

- **NOM-080- SEMARNAT -1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos en circulación y su método de medición.

Las emisiones de ruido proveniente de los vehículos automotores, pueden llegar a alterar el bienestar de las personas por motivo de la exposición a este factor, sin embargo en el campo de aplicación de la presente norma se exceptúan los trascabos y la maquinaria pesada, por lo que el incremento de ruido en la aplicación del presente proyecto no será significativo, sin embargo es de observancia obligatoria para darle cabal cumplimiento a la presente norma mexicana respetando los niveles máximos permisibles de ruido en función del peso bruto vehicular de los equipos o maquinaria utilizada.

### **III.6 Instrumentos normativos**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 5º, Fracción II otorga atribuciones a la Federación para la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, tal es el caso del presente Proyecto minero. Así mismo, la Ley General de la Administración Pública Federal en su artículo 32 bis, fracción XI atribuye a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental. De esta forma, y aplicando lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (LGEEPA) en sus artículos 5 fracción X, 28 fracciones III y VII, 30 primer párrafo y los siguientes artículos, 5º Inciso K) fracción III, L) fracción, O) fracción III, 12, 14, 17 y 49 de su reglamento en materia de Impacto Ambiental. La Secretaría realizará en sus tiempos y términos aplicables la evaluación de impacto ambiental del presente estudio. De igual manera en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en sus artículos 68 Fracción I, 69 Fracción I, 93, 94, 95, 96, 97 y 98 en materia de cambio de uso de suelo y los artículos 139, 149, 150, 152, 154 fracciones II, III y VI, 160 del Reglamento vigente de la misma ley, es necesario realizar un Estudio Técnico Justificativo para proyectos que impliquen el derribo de arbolado en predios con vegetación forestal que rebasen los 500 metros cuadrados o eliminen o fragmenten hábitat de flora y fauna sujetas a protección especial como se menciona en el artículo 5 inciso o) fracción III del Reglamento de la LGEEPA. Considerando este último artículo **EL PROYECTO PRETENDE ELIMINAR VEGETACIÓN CORRESPONDIENTE A BOSQUE DE PINO; POR LO TANTO, SE HA REALIZADO EL ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENO FORESTAL A TERRENO PARA INFRAESTRUCTURA MINERA.**

Considerando lo anterior el presente proyecto se vincula directamente con la LGEEPA y LGDFS por tratarse de actividades que requieren de realizar un cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera, en este sentido y aplicando lo establecido en el artículo 14 del reglamento de la LGEEPA, la evaluación ambiental deberá estar vinculada a la guía del Sector de Cambio de Uso de Suelo.

Finalmente, la normatividad ambiental que se vincula directamente con las actividades a desarrollar en las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

### **III.6.1 Leyes:**

#### **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).**

El presente proyecto, cumplirá con lo establecido en el artículo 28, *Fracción VII* de la LGEEPA, la cual menciona que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos.

Del mismo modo, y dando cumplimiento con el **artículo 30** de la misma ley, esta manifestación contiene la descripción de los posibles efectos que el proyecto puede ocasionar en el ecosistema donde se desarrollará, así mismo se presentan una serie de medidas preventivas y de mitigación para reducir al mínimo el impacto negativo al ecosistema.

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

Por encontrarse en una zona de recursos forestales, el presente proyecto estará regido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, dado que para llevar a cabo la obra propuesta será necesario realizar el cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura, como lo establece en sus artículos 68 Fracción I, 69 Fracción I, 93, 94, 95, 96, 97 y 98.

Debido a que el presente proyecto involucra el cambio de uso de suelo para su establecimiento y operación, y en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 10 Fracción XXX, el cual menciona que son atribuciones de la federación expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal, así mismo el Artículo 14 Fracción XI, 68 Fracción I y 69 Fracción I, mencionan que la secretaria ejercerá las atribuciones de expedir por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Debido a lo anterior el presente proyecto se vincula perfectamente en lo establecido en la ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que involucra lo establecido en los apartados mencionados.

### **III.6.2 Reglamentos**

#### **Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente LGEEPA**

**L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:**

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

Las obras que se pretenden realizar son parte complementaria para la explotación de minerales, puesto que servirán de apoyo para mejorar las condiciones del ambiente laboral, con lo cual se asegurara el bienestar de los trabajadores.

**O),** menciona: CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

*III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.*

Por lo anterior expuesto el proyecto estará vinculado a lo establecido al reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación al Impacto Ambiental, ya que implica la realización de un proyecto de cambio de uso de suelo en áreas forestales para la construcción de infraestructura minera.

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

Específicamente el proyecto estará vinculado con el **artículo 139** del reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece lo siguiente:

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 identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

**I.** Copia simple de la identificación oficial del solicitante;

**II.** Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;

**III.** Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;

**IV.** Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y

**V.** El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.

Dado que el proyecto requiere de la eliminación de vegetación, se realizó de manera conjunta al presente MIA-P el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo, con el cual se solicita la autorización para la realización del proyecto.

### **III.1 Ubicación del proyecto dentro de las Áreas Naturales Protegidas y regiones prioritarias para la conservación**

#### **III.1.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)**

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

El presente proyecto **NO** se encuentra dentro de ninguna de las ANP, establecidas para el estado de Durango, como se puede observar en el **Anexo 4a**.

#### **III.1.2 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. Este programa 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. Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó una base de datos. La información gráfica recabada incluye los mapas en un sistema de información geográfica de la CONABIO para consulta al público (<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicamapa.html>).

EL proyecto se encuentra dentro de la superficie que abarca la AICA denominada San Juan de Camarones, la cual se describe a continuación:

- **AICA NE-15. San Juan de Camarones:** Cuenta con una superficie de 355,796.12 m<sup>2</sup>, no cuenta con un plan de manejo. Sus principales actividades son forestales, industria, agricultura y ganadería. Su importancia radica en que esta abarca una superficie que contiene vegetación de bosque de pino maduro principalmente en cañadas, así como un gradiente típico de la vertiente húmeda del Pacífico de la Sierra Madre Occidental

con Bosques Tropicales Deciduos y Semideciduos que cubren grandes extensiones en los fondos de los Valles o quebradas y Bosques Templados (Encino y Pino) en las partes altas, así como manchones de *Abies* y *Pseudotsuga*. Este tipo de ecosistema es importante para el hábitat de especies en peligro como son *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Euptilotis neoxenus* y *Euptilotis neoxenus*.

Presenta una serie de amenazas como la deforestación, sobreexplotación, agricultura, ganadería y sobre todo la conversión de áreas por la siembra de estupefacientes, por lo que las actividades que se realicen deben ser compatibles con los lineamientos que define el ordenamiento territorial.

En el caso del presente proyecto no se afectará hábitat con vegetación reportada en la NOM-059, además las especies reportadas dentro bajo algún rango de protección son reportadas a nivel regional y no se identificaron indicios de la presencia de estas dentro del área propuesta a cambio de uso de suelo.

### III.1.2.1 Vinculación del proyecto con la AICA

La vinculación se relacionó específicamente con las amenazas que presenta el área, dado que se debe evitar que el desarrollo del proyecto aumente el deterioro de la zona, las consideraciones son las siguientes:

Cuadro III-2. Vinculación del proyecto con el AICA de influencia

Descripción (Amenazas).	Vinculación con el Proyecto.
Siembra de estupefacientes.	Se aplicará un programa de Reforestación de especies nativas en la zona sobre algunas áreas desprovistas de vegetación
Deforestación para cultivos, apertura de terrenos para la agricultura	Se aplicará un programa de conservación de suelo para garantizar la conservación a este recurso en una meta programada de <b>150 m<sup>3</sup></b> de presas.
Desarrollo industrial	La mano de obra requerida para el proyecto corresponde a gente de la región, las personas de las localidades cercanas tienen una buena aceptación para las actividades mineras. NO se construirá infraestructura auxiliar como dormitorios o comedores.
Explotación inadecuada de recursos y presión sobre especies de pino y Encino	Se aplicará un programa de reforestación para compensar los derribados por el desarrollo de vegetación. Para cada impacto generado, se propone una medida de restauración, la explotación será sobre los individuos forzosamente indispensables para la construcción del proyecto.
Ganadería	En la zona esta actividad es de bajo impacto.

La ubicación del proyecto dentro de las AICAs establecidas para el estado se presenta en el **Anexo 4a**.

### III.1.3 Regiones Terrestres prioritarias (TRP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, donde destaque la presencia de una gran riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor respecto a las áreas que no están incluidas en estas regiones, además pretende una integridad ecológica funcional significativa para su conservación y persistencia de sus componentes. En este contexto, el programa RTP de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

EL proyecto se encuentra dentro de la superficie que abarca la RTP denominada San Juan de Camarones, la cual se describe a continuación:

- **RTP-23 San Juan de Camarones:** Cuenta con una superficie de 4,691 km<sup>2</sup>, sus principales actividades son forestal, industria, agricultura y ganadería. Es una región prioritaria ya que, por tratarse de un valle muy profundo, presenta una gran diversidad de hábitats. Incluye un gradiente de altitud que corre de oeste a este desde bosques de pino maduro principalmente en cañadas, Bosques Templados (Encino y Pino) en las partes altas, así como manchones de *Abies* (poblaciones pequeñas y aisladas). Los recursos forestales están muy bien inventariados (bosques de pino), pero el conocimiento de la vegetación muy pobre, especialmente en

las cañadas tropicales. La fauna ha sido poco estudiada. Hay estudios de las cuencas hidrográficas que sirven para abastecer de agua a la región agrícola de Sinaloa.

Presenta una serie de amenazas como la deforestación, sobreexplotación, agricultura, ganadería y sobre todo la conversión de áreas por la siembra de estupefacientes, por lo que las actividades que se realicen deben ser compatibles con los lineamientos que define el ordenamiento territorial.

En el caso del presente proyecto no se afectará hábitat con vegetación reportada en la NOM-059, además las especies reportadas dentro bajo algún rango de protección son reportadas a nivel regional y no se identificaron indicios de la presencia de estas dentro del área propuesta a cambio de uso de suelo.

### III.1.3.1 Vinculación del proyecto con la RTP

La vinculación del proyecto con la RTP se basó principalmente en la problemática que se presenta actualmente dentro de la superficie considerada para esta RTP, siendo los siguientes criterios los más relevantes y sobre los cuales se deberá poner atención al momento de realizar cualquier proyecto para evitar la fragmentación del área.

Cuadro III-3. Vinculación del proyecto con la RTP San Juan de Camarones

Descripción (Amenazas).	Vinculación con el Proyecto.
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Gran diversidad de pinos (grupo <i>ponderosa</i> ) y de encinos	No se afectaran individuos de esta especie, dado que la superficie no cuenta con las características ambientales para su desarrollo, por lo que la especie no se encuentra en el área.
Pérdida de superficie original: Tala inmoderada en algunos sitios con bosque de pino.	Existen áreas que han sido modificadas por actividades ajenas a las de la minería, en donde se dejan áreas descubiertas de vegetación y con problemas de erosión, pues no se aplica ningún programa de restauración. En el caso del presente proyecto se eliminará vegetación para la construcción de las obras, sin embargo se aplicará un programa de reforestación de 3.5 ha con <i>Pinus ayacahuite</i> con lo cual se podrán recuperar las áreas afectadas por otras actividades.
Nivel de fragmentación de la región: Únicamente áreas muy localizadas han sido alteradas.	Las áreas que han sido modificadas para infraestructura minera han sido compensadas con actividades de reforestación y restauración de suelos en áreas alteradas anteriormente.
Cambios en la densidad poblacional: No hay incremento significativo de la población.	EL aumento de la población no es muy marcado, puesto que la mayor parte de los empleados son de la misma región, en el caso de los foráneos estos solo están por temporadas y regresan a sus hogares no se han establecido de forma permanente en la zona.
Presión sobre especies clave: Presión sobre los pinos con fines maderables	El total de la superficie propiedad de la empresa no realiza aprovechamientos forestales maderables, aunque durante los proyectos de CUS se elimina vegetación que en caso de contar con dimensiones comerciales, estas son comercializadas, de lo contrario, la vegetación removida es utilizada para realizar acordonamientos o presas de morillo para retención de suelo.
Concentración de especies en riesgo: Algunas aves como <i>Aquila chrysaetos</i> , <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> y <i>Ara militaris</i> .	Específicamente dentro del área del proyecto no se cuenta con las condiciones ambientales para el desarrollo de estas especies, por lo que no se afecta su sobrevivencia.
Prácticas de manejo inadecuado: Tala inmoderada de bosques de pino en algunos sitios.	Existen áreas donde se elimina vegetación para cultivos agrícolas y en algunos casos son cultivos ilegales, estos no son restaurados y se convierten en pastizales lo cual va disminuyendo la diversidad arbórea. EL proyecto requiere la eliminación de vegetación arbórea y arbustiva sin embargo, se compensara su eliminación con la reforestación de 3.5 con pino en áreas afectadas por actividades diferentes a las de la minería.

La ubicación del proyecto dentro de las RTP establecidas para el estado se presenta en el **Anexo 4b**

### III.1.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas a la conservación y manejo sustentable. 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.

En este contexto el Predio se localiza dentro de la siguiente RHP.

- **RHP CUENCA ALTA DEL RÍO SAN LORENZO - MINAS DE PIAXTLA (Número 21).** Tiene una extensión de 14 287.23 km<sup>2</sup>. Sus principales recursos hídricos lénticos son ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, ríos temporales, arroyos. Presenta climas que son templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 12-26 °C. Precipitación total anual de 700-1 200 mm. Su actividad económica principal es la minería, forestal, y acuicultura. Tipos de vegetación: tipos de vegetación: bosque de pino-encino, de pino, de encino y selvas baja caducifolia y subcaducifolia, matorral de manzanita y matorral xerófilo. Flora característica: bosques de *Abies sp.* y *Pseudotsuga sp.* Ictiofauna característica: *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Dorosoma smithi*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Hyporhamphus rosae*. Endemismos del pez *Gila sp.*; de aves *Amazona finschi*, la chara pinta *Cyanocorax dickeyi*, el trogón orejón *Euptilotis neoxenus* y la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de anfibios *Rana chiricahuensis*, *R. maculata*, *R. toromorde* y *R. forreri*, las cuales son indicadoras de integridad ecológica; de aves *Accipiter gentilis*, *Amazona finschi*, *Ara militaris*, *Aquila chrysaetos*, *Buteogallus anthracinus*, *Cyanocorax dickeyi*, *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*. Los principales problemas que se presentan dentro de la región son la Modificación del entorno por la infraestructura minera, Contaminación: por desechos mineros de San Lorenzo y Piaxtla, explotación forestal y deforestación acelerada, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de residuales.

#### III.1.4.1 Vinculación del proyecto con la RHP

La vinculación de la Región Hidrológica Prioritaria denominada Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla radica en los resultados obtenidos en el presente estudio, los cuales nos indican que los recursos de Suelo, Agua, Biodiversidad, así como la Captura de Carbono no se pondrán en riesgo, de igual forma para cada impacto generado se está proponiendo una obra de mitigación, que nos garantice la protección a estos recursos.

Los resultados obtenidos para cada concepto se detallan en los apartados correspondientes, así mismo a razón que el presente proyecto se encuentra inmerso dentro de esta Región Prioritaria, es de observancia obligatoria la conducción de lo siguiente:

- ❖ Identificación de flora y fauna que se pueda encontrar en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ❖ Se aplicará un programa de rescate para especies de Fauna consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- ❖ Reportar si se encuentran nidos o hábitats de aves que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a las autoridades de la CONABIO.
- ❖ Prohibir la caza de aves.
- ❖ Prohibir la tala clandestina.
- ❖ Evitar contaminar los cuerpos de agua superficiales y subterráneos con sustancias consideradas como peligrosas.
- ❖ Al momento de la construcción de las obras, respetar la ingeniería del proyecto para minimizar el impacto a la modificación del entorno.
- ❖ Disminuir la generación de sedimentos mediante obras de conservación de suelos.
- ❖ Ampliar las aéreas de captación e infiltración de aguas pluviales mediante reforestaciones propuestas en el presente documento de cambio de uso de suelo.

La ubicación del proyecto dentro de las RHP establecidas en el estado de Durango se presenta en el Anexo 4c.

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

##### Inventario ambiental

Existe una relación estrecha entre los patrones de distribución de las especies vegetales, el medio físico, la fauna y las actividades antropogénicas estas últimas alteran dichos patrones como un agente externo al modificar las etapas sucesionales o al mantener una en particular como es el objeto de los CAMBIOS DE USO DE SUELO. Sin embargo, no se ha definido de manera clara y precisa la influencia de los factores presentes, ya que las relaciones entre ellos son complejas y no actúan en forma aislada y es frecuente que se den relaciones complementarias y antagónicas (Rzedowski, 1978). Una forma de evaluar los impactos de los cambios de uso de suelo 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 que tiendan a minimizar los impactos negativos causados por el proyecto. El estudio de vegetación en el área afectada por el proyecto fue como a continuación se detalla:

##### Metodología

Inicialmente se dio un recorrido por el área del proyecto para reconocimiento de la zona y realizar el trazo preliminar para dar inicio a las actividades de planeación. En gabinete se definieron las actividades a desarrollar durante la elaboración del documento técnico, destacando el análisis de los sistemas de muestreo a utilizar en función de la vegetación y características topográficas, previamente estudiadas en planos, programas de manejo de la zona y temas editados por el INEGI.

Una vez definido el tipo de muestreo, se realizó el levantamiento de información florística que se verá afectada por el cambio de uso de suelo, así como el señalamiento del área por medio de marcas con pintura en los árboles o marcas con cinta de seguridad y de acuerdo a las condiciones del área se pudieron definir los sitios que requieren de obras de restauración.

Durante el inventario de la vegetación, se registraron datos generales del ambiente físico (altitud, pendiente, exposición, materia orgánica, compactación, fisiografía, material predominante, materia orgánica, grados de erosión, daños a la infraestructura, ubicación y pedregosidad), biótico (fisonomía, estructura y composición de especies de las comunidades) y dasométricos de las especies afectadas (diámetro normal, altura total, diámetro de copas, dominancia y especie).

##### Esquema de muestreo

De acuerdo a la superficie solicitada para el desarrollo del proyecto y al tipo de obra a realizar, se decidió realizar un **CENSO TOTAL** en la superficie propuesta a cambio de uso de suelo. Puesto que los polígonos sujetos a Cambio de Uso de Suelo se encuentran afectados por siembras ilícitas (Daños antropogénicos), por lo cual se vio más factible realizar el Censo Total.

Las características del sistema de muestreo se muestran en el siguiente cuadro:

*Cuadro IV-1. Esquema de muestreo dentro del área del proyecto*

Obra	Superficie de CUS (has)	Superficie de Muestreo (has)	Intensidad de Muestreo (%)
Robbins	1.287	1.287	100
<b>Total</b>	<b>1.287</b>	<b>1.287</b>	<b>100</b>

Con los datos colectados en campo, se analizaron en gabinete los parámetros principales y de acuerdo al tipo de vegetación presente, se clasificaron en dos clases de diámetro, los primeros corresponden a individuos con diámetros menores a 10 cm y los segundos a diámetros mayores a los 10 cm.

En el caso de los diámetros menores únicamente se calculó el número de individuos y un promedio de su altura y diámetro, así como área basal que representan dentro del área del proyecto, mientras que para los individuos mayores además de los parámetros anteriores también se obtuvo un volumen por especie a eliminar dentro del área propuesta para realizar el proyecto.

### Cálculo del volumen por especie

Para el cálculo del volumen únicamente se sometieron a este procedimiento los individuos maderables y que presentan un diámetro mayor o igual a 10 cm. Las ecuaciones para determinar el volumen rollo total árbol de las especies fueron tomadas de los parámetros establecidos en el sistema biométrico generado para la UMAFOR 1004 (Topia-Canelas), a razón de que los predios afectados por el proyecto, se encuentran inmersos dentro de esta UMAFOR, los parámetros son los siguientes:

Cuadro IV-2. Parámetros para la estimación del volumen por especie

$b_0$	$b_1$	$b_2$	Especie
0.000061	1.921184	0.96145	'Pinus sp.
0.000091	1.835214	0.943586	'Pinus durangensis
0.000112	1.839424	0.891298	'Pinus arizonica
0.000198	1.724241	0.830374	'Pinus leiophylla
0.00012	1.844986	0.844986	'Pinus teocote
0.000057	1.80466	1.128627	'Pinus engelmannii
0.000104	1.858757	0.838757	'Pinus ayacahuite
0.000076	1.782895	1.064709	'Pinus herrerae
0.000052	2.023323	0.903041	'Pinus sp.
0.000056	1.870888	1.006031	'Juniperus sp
0.000052	1.692617	1.262887	'Cupressus lucitanica
0.000061	2.001411	0.830722	'Quercus sideroxyla
0.000054	2.03675	0.825124	'Quercus sp
0.000079	1.855448	0.856723	'Arbutus xalapensis
0.000056	1.811909	1.070249	'Populus tremuloides

### Especies afectadas por la obra.

Como se ha mencionado anteriormente el tipo de vegetación que corresponde al área donde se realizara el cambio de uso de suelo es **Bosque de pino** de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación **serie VI** editada por INEGI en 2017, en los cuales se derribarán los individuos necesarios para permitir el cambio de uso de suelo propuesto y sus características se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-3. Número de árboles y especies a remover para los individuos menores a 10 cm

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos	DN (cm)	AT (m)	AB (m <sup>2</sup> /ha)
Ranchito y Revolcaderos	Arbóreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile o Aliso	9.000	4.000	1.467	0.015
	Arbóreo	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	76.000	4.105	1.329	0.119
	Arbóreo	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino	5.000	2.667	0.767	0.003
	Arbóreo	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	69.000	3.385	1.196	0.098
	Arbóreo	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino	19.000	1.000	0.150	0.001
	<b>Subtotal</b>			<b>178.000</b>	<b>3.031</b>	<b>0.982</b>	<b>0.237</b>
	Arbustivo	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	5.000	1.000	0.250	0.000
	Arbustivo	<i>Buddleja parviflora</i>	Tepozan	26.000	2.667	1.567	0.015
	Arbustivo	<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla	97.000	1.625	1.094	0.043
	Arbustivo	<i>Minthostachys mollis</i>	Poleo	368.000	1.125	0.775	0.035
	Arbustivo	<i>Montanoa grandiflora</i>	Tacote	196.000	2.667	1.767	0.112
	<b>Subtotal</b>			<b>692.000</b>	<b>1.817</b>	<b>1.090</b>	<b>0.206</b>
	Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate Pajon	10.000	1.000	0.100	0.001
	Herbáceo	<i>Artemisia ludoviciana ssp mexicana</i>	Estafiate	25.000	1.000	0.200	0.002
	Herbáceo	<i>Complejo Rubus fruticosus</i>	Zarzamora	1.000	2.000	1.150	0.000
	Herbáceo	<i>Fragaria Vesca</i>	Fresa Silvestre	35.000	1.000	0.050	0.003

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos	DN (cm)	AT (m)	AB (m <sup>2</sup> /ha)
	Herbáceo	<i>Ipomoea nil</i>	flor Morada	4.000	1.000	0.400	0.000
	Herbáceo	<i>Polygala paniculata</i>	Escobilla China	17.000	1.000	0.450	0.001
	<b>Subtotal</b>			<b>92.000</b>	<b>1.167</b>	<b>0.392</b>	<b>0.007</b>
<b>TOTAL</b>				<b>962.000</b>	<b>2.535</b>	<b>1.084</b>	<b>0.450</b>

Las especies afectadas con diámetros mayores a 10 cm se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-4. Número de árboles y especies a remover para los individuos mayores a 10 cm

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de Individuos	DN (cm)	AT (m)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	VTA (m <sup>3</sup> /ha)
<b>Ranchito y Revolcaderos</b>	Arbóreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile o Aliso	14.000	21.929	8.214	0.677	3.334
	Arbóreo	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	36.000	31.528	8.917	3.704	23.444
	Arbóreo	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino	4.000	33.500	10.250	0.476	3.734
	Arbóreo	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino	1.000	15.000	5.000	0.018	0.052
	Arbóreo	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	53.000	25.566	8.057	3.440	23.935
	Arbóreo	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	1.000	69.000	12.000	0.374	2.334
	Arbóreo	<i>Quercus sideroxylla</i>	Encino	8.000	86.250	17.625	5.167	50.516
<b>TOTAL</b>				<b>117.000</b>	<b>31.667</b>	<b>9.077</b>	<b>13.856</b>	<b>107.350</b>

Las especies que cuentan con características para ser comercializadas, serán dimensionadas de acuerdo a las medidas del arbolado y serán ofrecidas a los compradores locales, de lo contrario se utilizarán para actividades de restauración como presas de morillo. En el caso de la vegetación que no es comercial se utilizará para realizar actividades de restauración dentro de áreas con posibles problemas de erosión.

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

De acuerdo al artículo 3 fracción XXIV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEPa), el ordenamiento ecológico es, el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Por lo que, para el análisis de los cambios generado por el cambio de uso de suelo, se debe tomar en cuenta el ordenamiento ecológico (OE) a nivel local cuando se cuente con él, de lo contrario se toma en cuenta el OE estatal, tal es el caso del presente proyecto en el cual no se cuenta con un Ordenamiento ecológico a nivel municipal, por lo que se tomó en cuenta el OEE.

Por lo tanto, el Sistema ambiental está basado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) que establece el OEE, la cual corresponde a la No. 126 Sierra alta con cañones 9, por lo que la descripción de los factores bióticos y abióticos, están basados en esta superficie.

La región donde se encuentra el área del proyecto no es susceptible de sismos según el Servicio Geológico Mexicano que clasifica la región dentro de la zona como B "Penisismica", sin embargo, por encontrarse en una zona montañosa, se tienen riesgos de deslizamientos de laderas sobre todo en áreas con pendientes muy pronunciadas, no siendo el caso del área del proyecto por lo que no se tiene el riesgo de derrumbes, pues la pendiente es poco pronunciada.

Según el atlas de riego, esta región presenta un valor bajo en cuanto al grado de vulnerabilidad ante el cambio climático y un grado de resiliencia medio, esto se debe a que el tipo de vegetación presente es capaz de absorber los gases de tipo invernadero y proporcionar aire limpio, en el caso del presente proyecto las cantidades de gases son mínimas, ya que solo serán las que se generan por la combustión de los combustibles, aunque cabe destacar que dentro de la misma región ya se han realizado otros proyectos que requirieron de cambio de uso de suelo, estos ya fueron compensados con las obras de restauración que en su momento se establecieron dentro de los documentos técnicos.

El relieve de la región es muy variable, presentando elevaciones desde los 214 hasta los 2925 msnm, puesto que se encuentra dentro de las zonas de selva y de la sierra, las pendientes oscilan de entre 0 a 90 % las más representativas entre 25 y 35 las zonas más pronunciadas están hacia la parte baja de la UGA. Por otra parte, las exposiciones indican que el terreno se encuentra mayormente expuesto al sol pues las exposiciones están mayormente al este y al sur, lo cual indica que el terreno es de una productividad media.

El clima a nivel **SA** presenta una variación muy fuerte debido principalmente a su rango altitudinal, lo que hace que el clima en las partes más hacia el Suroeste sean más cálidos, mientras que en las partes de la sierra, como lo es donde se localiza el proyecto el clima es templado, por lo que el tipo de suelo también es muy variable, aunque los más representativos son de tipo Luvisol, este se encuentra mezclado con subtipos de suelo muy diferentes como úmbrico, húmico, esquelético, Mólico y Endoléptico, son suelos aptos para la agricultura, aunque esta actividad se desarrolla a mayor escala en las partes más planas, todos tienen una fase pedregosa lo que los hace susceptibles a la erosión sobre todo en pendientes fuertes y con mucho contenido de arcilla, por lo que se deben aplicar medidas de restauración de suelo para evitar el riesgo de erosión.

El uso del agua es principalmente para el uso agrícola y consumo humano, a nivel **SA** el cauce principal es el arroyo San Juan de Camarones que es permanente, a nivel área de influencia existen cauces de tipo intermitente los cuales sirven para abastecer las necesidades básicas de los habitantes locales, el proyecto no requiere el uso de agua en grandes cantidades para su desarrollo y la que se requiere será tomada del agua tratada dentro del complejo minero.

Con el propósito de identificar de manera más específica los efectos que se generaran con el desarrollo del proyecto, se delimito un área **de influencia (AI)**, puesto que dentro de este espacio se pueden apreciar de manera directa las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Una superficie mayor no evidencia esta relación de forma tan estrecha y evidente, por lo que se considera que el **AI** es la unidad adecuada para definir los impactos que se verán reflejados tanto a nivel cuenca como **SA**, puesto que, es dentro de esta área donde ocurren interacciones individuales entre los aspectos social, económica y ambiental y todas las actividades aquí realizadas se verán reflejadas a nivel cuenca.

El proyecto se ubica en la parte **Oeste** del estado de Durango, la delimitación del área de estudio se determinó en base a los componentes ambientales y sociales que se verán involucrados o en su caso se verán modificados por el desarrollo de las actividades del proyecto ya sea directa o indirectamente.

Para la delimitación del área de influencia (AI) se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

#### **a) Dimensiones del proyecto**

El proyecto consiste en eliminar la vegetación en los polígonos propuestos para la construcción de tres robbin incluyendo los ventiladores y la infraestructura de apoyo (cuartos de operación y eléctrico), por lo cual se propone una superficie de **1.287 ha**.

El total de la obra propuesta es permanente, pues permanecerán durante la vida útil del proyecto minero y una vez terminada su vida útil se retirará toda la infraestructura.

No se consideran obras asociadas pues existe la infraestructura necesaria dentro del complejo minero la Ciénega o en el poblado del mismo nombre, además el personal será contratado de la misma región por lo que no será necesario establecer campamentos o comedores dentro del área del proyecto.

#### **b) Factores sociales**

El poblado más importante dentro del área de influencia es Ciénega de Nuestra Señora que cuenta con todos los servicios necesarios para satisfacer las necesidades de las localidades menos pobladas, como son: servicio de luz, drenaje, agua entubada, salud, educación y servicios económicos como venta y compra de insumos.

También existen poblaciones pequeñas que corresponden a rancherías pues cuentan con menos de 100 habitantes y no cuentan con todos los servicios básicos, por lo que el desarrollo del presente proyecto, les permitirá mejorar sus condiciones de vida al contar con empleos bien remunerados ya sea dentro de la mina o fuera de ella en la venta de insumos.

### **c) Rasgos geomorfoedafológicos**

Otro aspecto que se consideró en la delimitación del **AI** fueron los elementos como el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea y los aspectos socioeconómicos. El análisis de estos aspectos permitió determinar que en el área de estudio se encuentra una sola unidad ambiental con características muy particulares, que responden a una estructura y funcionamiento, en donde se llevarán las actividades a desarrollar, la descripción detallada de estos factores se presenta en el apartado IV.2 del presente documento.

Otro factor a considerar fue el tipo de vegetación presente, ya que será modificada por el derribo de vegetación, puesto que se modificará la cobertura y composición de especies a nivel regional.

Por lo tanto, al definir el área de influencia se integraron los factores sociales, económicos y ambientales, para lo cual se buscará en todo momento aplicar las medidas de restauración, mitigación y compensación adecuadas para evitar dichos conflictos, por lo que, la superficie considerada en la delimitación del área de influencia es de **3,786.61** ha de las cuales solo **1.287 ha (0.03%)** del total será afectada por el cambio de uso de suelo.

De la misma forma, se analizaron los aspectos ambientales a un nivel más específico, dado que a partir de aquí se pueden definir con mayor precisión los cambios que se generaran con el cambio de uso de suelo.

A continuación, se presenta la descripción de los principales factores bióticos y abióticos en los que se puede presentar una modificación por el desarrollo del proyecto, mismos que serán contrarrestados con las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI, este análisis se realizó desde el punto de vista del área de influencia del proyecto y dentro del proyecto.

Esto con el propósito de conocer la magnitud de los impactos que generara el desarrollo del proyecto y poder determinar las medidas de restauración, mitigación y compensación más adecuadas para minimizar los impactos y llevar a cabo un desarrollo del proyecto compatible con el medio ambiente.

Los recursos bióticos se encuentran modificados en escala menor por las actividades productivas que se desarrollan dentro de la zona, existen caminos de terracería dentro del área de influencia que han modificado la vegetación con anterioridad, así mismo existen áreas de aprovechamientos de minerales, como lo es la mina donde se pretende realizar los robbins, los cuales durante su autorización realizaron las obras de restauración necesarias para eliminar los impactos, sin embargo existen áreas que han sido impactadas por actividades agrícolas, las cuales no fueron restauradas en su momento.

En la siguiente figura se puede observar la ubicación del proyecto respecto al Sistema ambiental, el área de influencia definida y el área del proyecto.

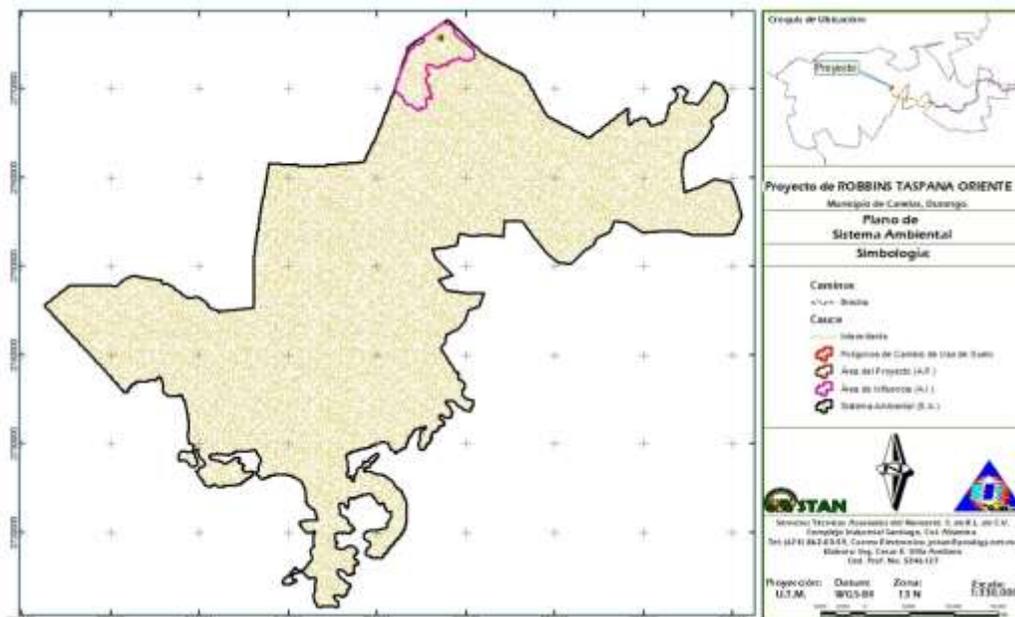


Figura IV-1. Ubicación del proyecto a nivel del sistema ambiental

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1 Aspectos abióticos

#### IV.2.1.1 Clima

El clima presente en el **SA** varía de templado a cálido y presenta buena precipitación, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García, (1981) y presentado en las cartas temáticas **G13-10** y **G13-07** de INEGI escala 1: 250,000 el cuál se presenta a continuación:

Cuadro IV-5. Tipos de clima presentes a nivel Sistema Ambiental, área de influencia y proyecto

Tipo	Descripción	Superficie (ha)	%
(A)C(w1)	Semicálido, templado subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	4,939.37	2.93
(A)C(w2)	Semicálido, templado subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	38,898.46	23.08
Aw1	Cálido subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	45,949.18	27.26
Awo	Cálido subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	21,998.59	13.05
BS1(h') w	Árido, cálido, lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	4,370.14	2.59
C(w1)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	952	0.56
C(w2)	Templado, subhúmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual	43,677.35	25.91
Cb'(w2) x'	Templado, 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual	7,764.82	4.61
		<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>

A nivel **AI** el clima es poco variable, pues el grado altitudinal no es muy variable por lo que presenta un clima templado semifrío y templado subhúmedo, aunque las condiciones ambientales dentro de estos tipos de clima son muy similares. A nivel proyecto el clima corresponde a clima templado semifrío con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

En el **Anexo 5a** se puede observar el plano de los tipos climáticos.

#### ➤ Temperatura

La temperatura es referida a la presencia o ausencia de calor en el ambiente, lo cual influye dentro de los procesos biológicos que se dan en el ecosistema. Así mismo, está relacionada con la humedad pues a mayor temperatura menor humedad.

La temperatura se puede definir por el grado altitudinal, a mayor altura menos temperatura por lo tanto los ecosistemas son más húmedos y fríos.

Los valores máximo, mínimo y promedio de la temperatura a nivel **Al y proyecto** se obtuvieron de la estación meteorológica de **Vascogil Canelas Durango** (Consultado en línea en: <https://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=dgo>) establecida en el municipio de Canelas, Dgo., con un periodo de referencia del **1951 a 2010**, los datos son presentados en el Cuadro IV-6.

### ➤ Precipitación

Este componente es uno de los principales descriptores del clima local y regional. 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. Los resultados pueden ser extrapolados hacia otras regiones mediante modificaciones, tal como lo es el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1998) para las condiciones de México.

El régimen de lluvias presentes en la región es bueno, presenta una precipitación anual de **1,387 mm**, con una máxima de **294.3 mm** en el mes de julio y una mínima de **24.60 mm** en el mes de abril. En el Cuadro IV-6 se presenta la distribución mensual de la precipitación y temperatura, considerando los registros históricos comprendidos entre 1951 a 2010, los datos fueron recabados de la estación climatológica de **Vascogil, municipio de Canelas, Dgo.**

Cuadro IV-6. Distribución mensual de la precipitación y temperatura en la región

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura máxima (°C)	14.9	15.6	17.8	20.2	23	25.1	23.2	22.8	22.2	20.6	18.3	15.8
Temperatura mínima (°C)	-2	-1.7	-0.8	0.8	3.3	7.5	9.4	9.2	8.5	4.2	0.4	-1.1
Temperatura promedio (°C)	6.4	6.9	8.5	10.5	13.1	16.3	16.3	16	15.3	12.4	9.3	7.3
Precipitación (mm)	95	55.7	28.3	24.6	26.2	140.2	294.3	253.7	194.6	83	69.6	121.8

La isoterma del clima regional se representa en la siguiente figura:

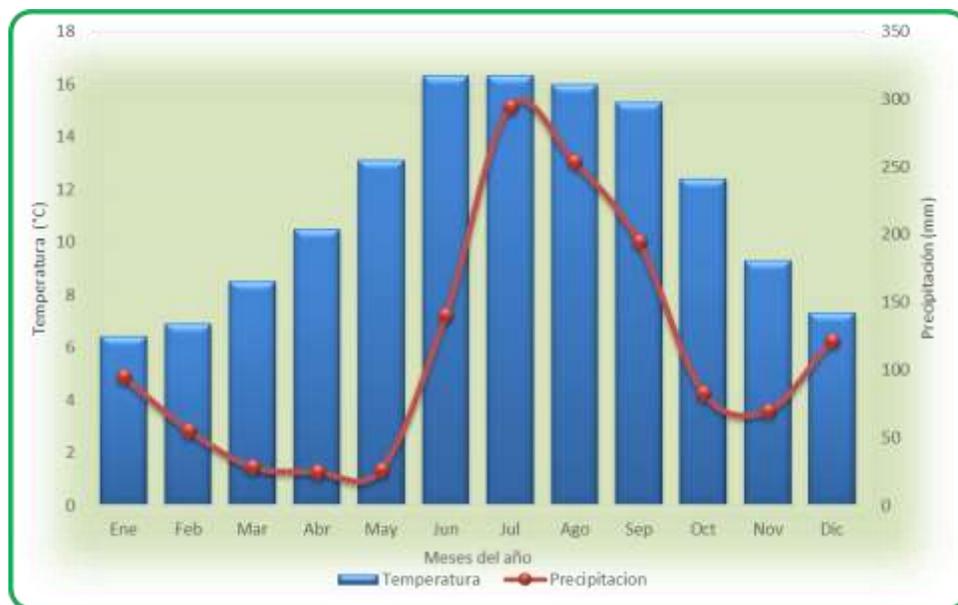


Figura IV-2. Isoterma de la estación climatológica de Vascogil, municipio de Canelas, Dgo.

### ➤ Vientos

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más importantes, comúnmente utilizadas para determinar las condicionantes del ciclo hidrológico tales como; intercambio energético, evapotranspiración y los patrones de precipitación para la lluvia, nieve, granizo, etc. Los vientos dominantes en la región provienen de la costa occidental, en la temporada de febrero a mayo.

La velocidad varía dependiendo de la época del año, sin embargo, en raras ocasiones supera los 60 km/hora, la mayor ocurrencia de los vientos fuertes se presenta en los meses de febrero y marzo que coinciden con las cabañuelas

#### IV.2.1.1.1 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:

CONCEPTO	PERÍODO	OBSERVACIONES
Periodo de Lluvias	Junio-Agosto	
Heladas	Noviembre-abril	
Vientos dominantes	SO	velocidad promedio entre 4 a10 Km/ha
Granizadas	Últimos de mayo	
Huracanes	Solo se presentan altas precipitaciones cuando estos ocurren en el Océano Pacifico.	Su probabilidad de ocurrencia es Baja.

### ➤ Evapotranspiración

La evaporación potencial anual en el estado de **Durango** oscila entre los 1,300 milímetros como mínima y los 2,600 como máxima, en el cuadro siguiente se presenta la evapotranspiración potencial anual para las diferentes regiones del estado de Durango (CONAGUA, 2010).

Cuadro IV-7. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del estado de Durango

Evaporación Potencial Anual	Región Noroccidental	Región de las Quebradas	Región Lagunera	Región del Río San Pedro – Mezquital
Mínima	1,400	1,300	1,700	1,400
Media	1,850	1,850	2,150	1,800
Máxima	2,400	2,400	2,600	2,400

El **AI** se encuentra dentro de la región de las quebradas del estado de Durango.

### ➤ Ciclones

Según la Organización Meteorológica Nacional, un ciclón es una tormenta de rápida rotación que se origina en los océanos tropicales, de donde extrae la energía necesaria para desarrollarse. Estos generan vientos muy violentos, lluvias torrenciales, olas altas y, en algunos casos, mareas de tempestad e inundaciones costeras muy destructivas. Dependiendo de la velocidad del viento se pueden clasificar como depresión tropical (< 63 km/h), tormenta tropical (> 63 km/h) y huracán o ciclón tropical (> 116 km/h) y estos a su vez, se clasifican según la escala de Saffir-Simpson en categorías de la 1 a la 5 en donde las velocidades del viento oscilan entre los 119 y 249 km/h.

Las partes más susceptibles a presentar este tipo de fenómenos, son las partes más cercanas a las costas, sin embargo, dependiendo de la intensidad y velocidad del viento, estos pueden llegar a las partes más altas, aunque, con menor intensidad dadas las condiciones topográficas.

Para definir las áreas con mayor riesgo por la formación de un ciclón tropical, el CENAPRED ha clasificado el país en categorías de **Muy alto**, **Alto**, **Medio**, **Bajo** y **Muy bajo**, por lo que para determinar si el área donde se pretende realizar el proyecto tendrá un riesgo alto para su desarrollo, tomar medidas que garanticen que no se afectara la infraestructura o se causara un desastre ambiental.

Tomando en cuenta el plano de clasificación de riesgo por huracanes tropicales del CENAPRED, se pudo definir que el Sistema Ambiental donde se encuentra el proyecto existen áreas con riesgo **Bajo** hacia el municipio de Canelas y Santiago Papasquiari y **Alto** hacia el municipio de Tamazula, específicamente donde se realizará el proyecto y su área de influencia el riesgo de ciclones tropicales es **Bajo**, por lo que no se considera un impedimento para la realización de la obra. La ubicación del proyecto respecto a la clasificación de riesgo por ciclones tropicales se puede observar en la Figura IV-3.

### ➤ Inundaciones

La presencia de ciclones tropicales o tormentas produce una cantidad de agua abundante que puede provocar inundaciones si no existe un buen drenaje en la zona, pues dependiendo de la intensidad y duración de las lluvias se puede llegar al punto de saturación de suelo evitando la filtración y permaneciendo en la superficie lo que provoca el encharcamiento que puede llegar a generar inundación.

La región del proyecto presenta una buena precipitación (1,387 mm), sin embargo, de acuerdo al atlas de riesgo, esta zona se clasifica con un índice de vulnerabilidad de inundación **bajo**, por lo que no se tienen registros de inundaciones y por el tipo de vegetación y relieve de la zona, no se considera que pueda ocurrir una inundación en las áreas del proyecto, dado que la pendiente permite que el agua se vaya fácilmente hacia los cauces aguas abajo. La clasificación del área del proyecto en base a la vulnerabilidad de inundaciones se presenta en la Figura IV-3.

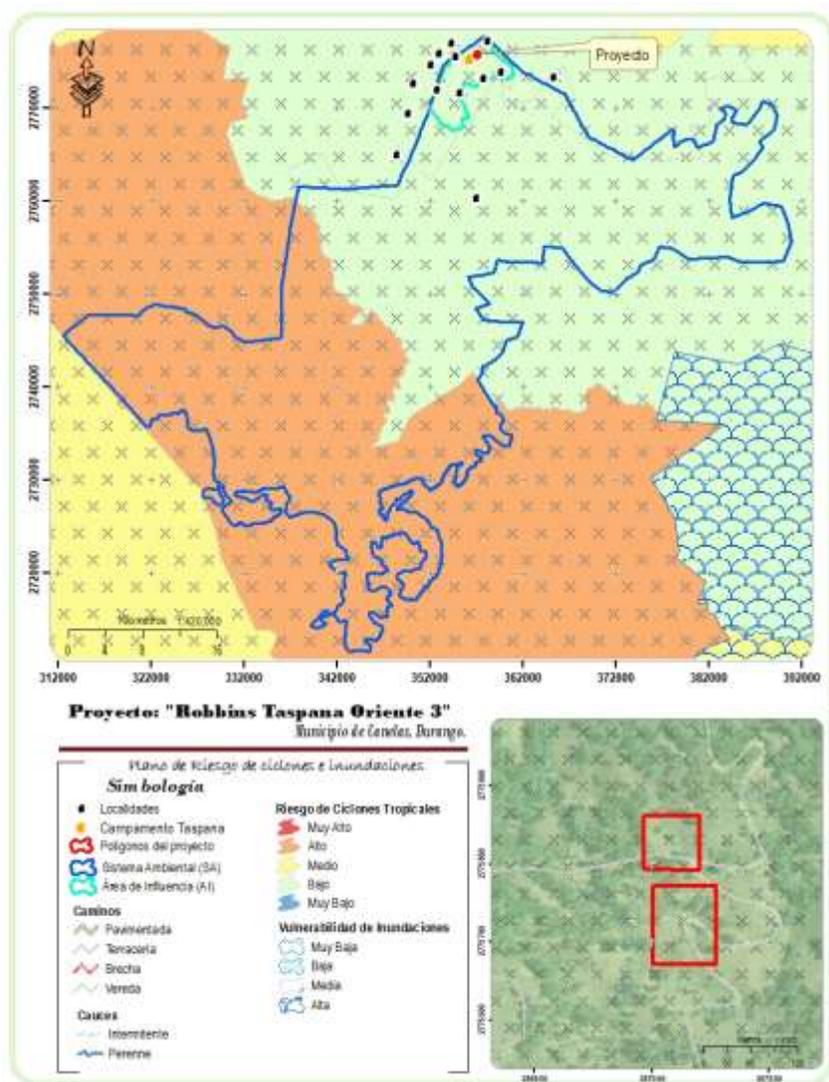


Figura IV-3. Clasificación del riesgo de ciclones e inundaciones

### IV.2.1.2 Geología y geomorfología

#### IV.2.1.2.1 Características litológicas del área

La formación geológica del SA varía dependiendo de la región (**Anexo 5b**), aunque la mayor parte tiene su origen en el Cenozoico neógeno, compuesto por rocas de tipo ígnea **Ts (Igea)** (Cuadro IV-8), según las cartas geológicas **G13-10, G13-07 Serie II** escala 1:250,000 editada por INEGI (2014). En general la descripción de la geología presente en a nivel SA, AI y proyecto corresponde a:

Cuadro IV-8. Geología del SA, AI y proyecto

Tipo de roca	Tipo	Era	Sistema	Superficie (ha)	Superficie (%)
Ts (Igea)	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno	156,016.05	92.56
Ki(vs)	Volcanosedimentaria	Mesozoico	Cretácico	6,583.98	3.91
K(Igia)	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Mesozoico	5,949.87	3.53
<b>TOTAL</b>				<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>

**Las rocas ígneas extrusivas:** son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños. Las rocas ígneas dentro de los dos grandes grupos, se subdividen en diferentes familias tomando en cuenta la textura y los minerales esenciales (presencia básica para un determinado tipo), siendo entre sí equivalentes mutuos. Una clasificación de las rocas ígneas se basa en la cantidad de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) presente; así, las rocas ácidas tienen más del 65% de  $\text{SiO}_2$ ; rocas intermedias tienen entre el 65 al 52% de  $\text{SiO}_2$ , las rocas básicas tienen del 52-45% de  $\text{SiO}_2$ ; y las rocas ultrabásicas tienen menos del 45% de  $\text{SiO}_2$ .

**Ígnea intrusiva:** Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, la hipoabisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

**Volcanosedimentaria:** Las Rocas volcanosedimentarias son flujos volcánicos en donde el material es de origen volcánico que a medida que avanza, puede incorporar material sedimentario. Estos flujos se conocen como oleadas piroclásticas, surges y, cuando decanta el material en suspensión del aire, tobas. No son iguales que las rocas volcánicas, ya que estas son ígneas y de origen lávico.

#### IV.2.1.1 Fisiografía

La fisiografía describe las formas del relieve del paisaje de una determinada región, esta divide al territorio mexicano en provincias, subprovincias, discontinuidades y sistemas de topoformas.

El **AI** se encuentra dentro de la siguiente provincia fisiográfica:

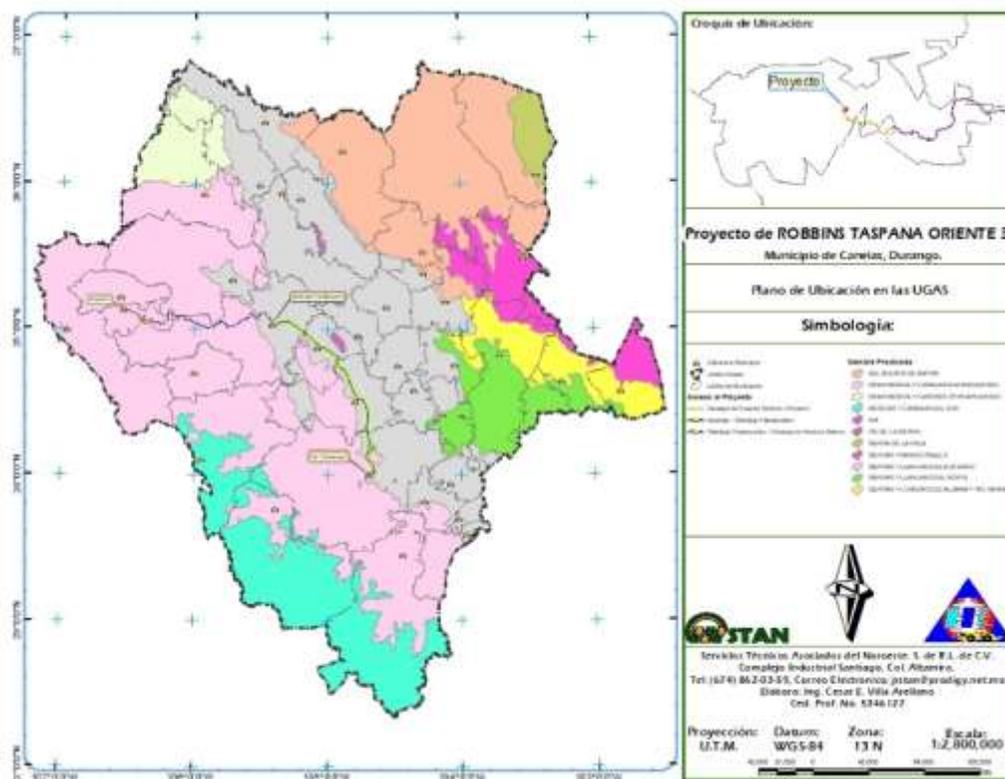


Figura IV-4. Ubicación del proyecto dentro de la fisiografía estatal

La descripción de la fisiografía es la siguiente:

Cuadro IV-9. Clasificación de la fisiográfica del proyecto

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Clase de sistema de topoformas	Fase	Superficie (ha)	%
Sierra Madre Occidental	Gran meseta y Cañones Duranguenses	Sierra alta con cañones	Sin Fase	154,324.70	91.56
		Superficie de gran meseta con cañadas	Sin Fase	14,225.20	8.44
<b>Total</b>				<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>

La sierra madre Occidental, es el complejo montañoso más grande de México, cubre una superficie de 1500 km de largo desde Arizona hasta Jalisco. Su punto más alto es Cerro Gordo en Durango con una altura aproximada de 3328 msnm.

Presenta un terreno escarpado lo que hace que su clima sea muy extremo, en la cima de las barrancas, el clima es frío (llegando en invierno a los -20 °C de promedio), y en el valle templado o cálido (en invierno 10 °C de promedio, alcanzando los 40 °C en verano).

Se considera el pulmón de la zona norte de México, cubierta por grandes bosques de pinos, encinos y oyamel, alberga una gran cantidad de especies de fauna que son endémicas. Actualmente presenta un grave deterioro principalmente por la deforestación lo que ha ocasionado que especies tanto de flora como de fauna se encuentren en peligro de extinción.

Por lo tanto, se considera que cualquier actividad que se realice dentro de la superficie que abarca esta sierra sea de tal manera que no se ponga en riesgo el ecosistema y esto se logra con la aplicación adecuada de medidas de restauración, mitigación y compensación, como es el caso del presente proyecto en el cual se establece la reforestación y obras de restauración de suelo para remediar el impacto causado por el cambio de uso de suelo.

El plano de ubicación del proyecto dentro de las provincias fisiográficas se presenta en el **Anexo 5c**.

#### IV.2.1.1.1 Características geomorfológicas

Dentro del área de influencia, no existen elevaciones que sean relevantes, puesto que toda la zona presenta un relieve muy similar, aunque se pueden mencionar otras elevaciones que se encuentran por la región. Las elevaciones más importantes son:

Cuadro IV-10. Elevaciones más importantes en la región

Nombre	Elevación (msnm)	Uso
Cerro Cebollitas	2,700	Forestal en Protección
Cerro del Gavilán	2,740	Forestal en Protección
Cerro La Esperanza	2,700	Forestal en Protección
Cerro San Ramón	2,660	Forestal en Protección

#### IV.2.1.1.2 Características del relieve

Las principales características de las condiciones del terreno dentro del sistema ambiental del proyecto son:

##### a) Relieve

Es importante determinar el relieve de la región, puesto que tiene importancia en cuanto a la producción de algunos bienes o servicios, por ejemplo, a mayor altitud menor temperatura y mayores precipitaciones, además las diferentes formas del relieve forman los acuíferos, que son capaces de captar y almacenar agua en espacios subterráneos, la cual sirve para abastecer a una gran parte de la población mundial.

Una forma de determinar el relieve es a través de las curvas de nivel, que constituyen el sustento para la georreferenciación y digitalización espacial, por lo que en el presente estudio los datos **VECTORIALES** se obtuvieron a partir de las cartas topográfica editada por INEGI, (2018) escala 1:50,000 con las claves **G13C45 G13C46 y G13C56**, es decir curvas de nivel equidistantes a cada 50 metros, esta información sirve como base para generar algún tipo de análisis espacial y los modelos de elevación digital del terreno.

Para definir el relieve se generó el modelo TIN por sus siglas en inglés (*Triangulated Irregular Network*) de la Figura IV-5 formado a partir de la información vectorial de las curvas de nivel, el cual, permitió representar el relieve del sitio de forma prácticamente idéntica a la realidad, con este modelo fue posible categorizar la altitud, pendiente y exposición que definen el relieve del área de influencia ambiental (**Anexo 5c**).

Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del sistema ambiental es i) elevación mínima de 240 msnm; ii) elevación máxima de 2940 msnm; iii) elevación media de 1280, desviación estándar de 668.36 m, lo cual indica que el relieve es muy variable a lo largo del SA, en cuanto al Área de influencia donde se realizará el proyecto de cambio de uso de suelo son: i) elevación mínima de 1360 msnm; ii) elevación máxima de 2764 msnm; iii) elevación media de 2272 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 351.46 m, lo que nos indica que no existe una variación fuerte en cuanto al relieve del área de influencia. En las figuras siguientes se puede describir con mayor claridad el relieve dentro del área de influencia. A nivel proyecto, la altura máxima es de 2,512 msnm, la mínima de 2,440 msnm y un promedio de 2,467 msnm con una desviación estándar de 18.55 m, lo cual indica que el relieve a nivel proyecto es un poco inclinado, lo cual no es una restricción para el desarrollo del proyecto.

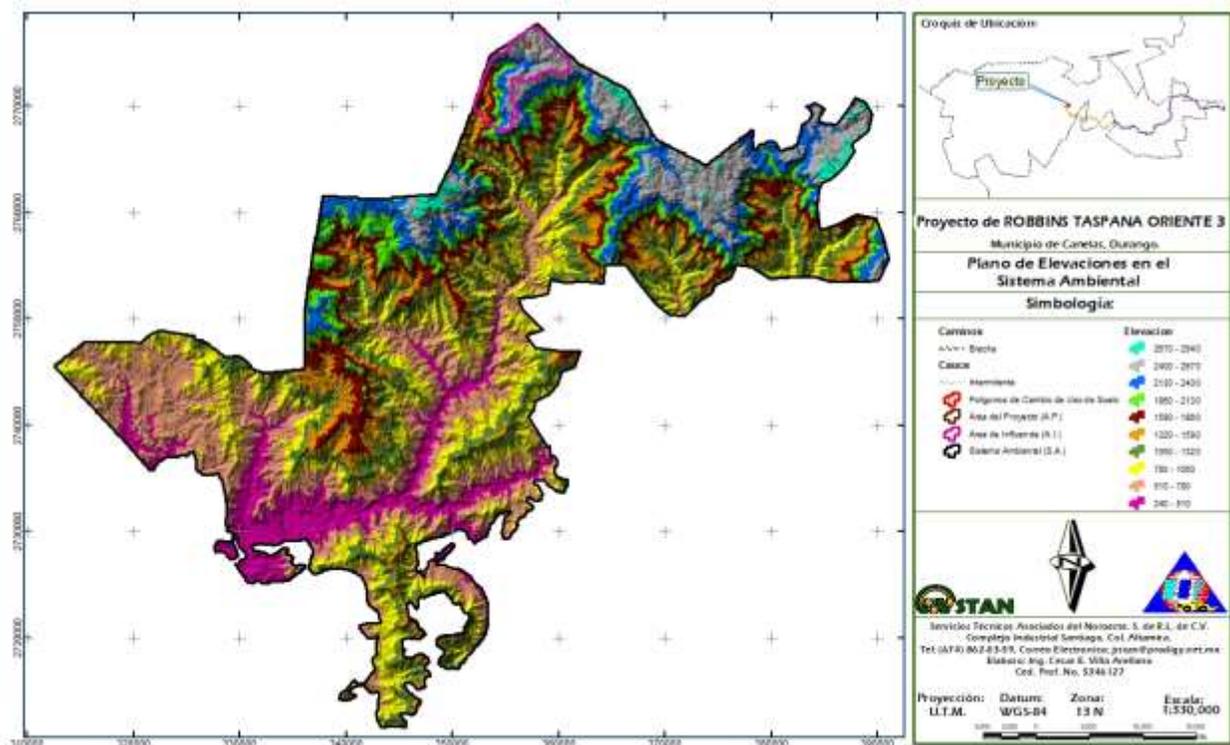


Figura IV-5. Elevación media del SA, AI y sitio y vista general del sitio en 3D, creada a partir del modelo TIN

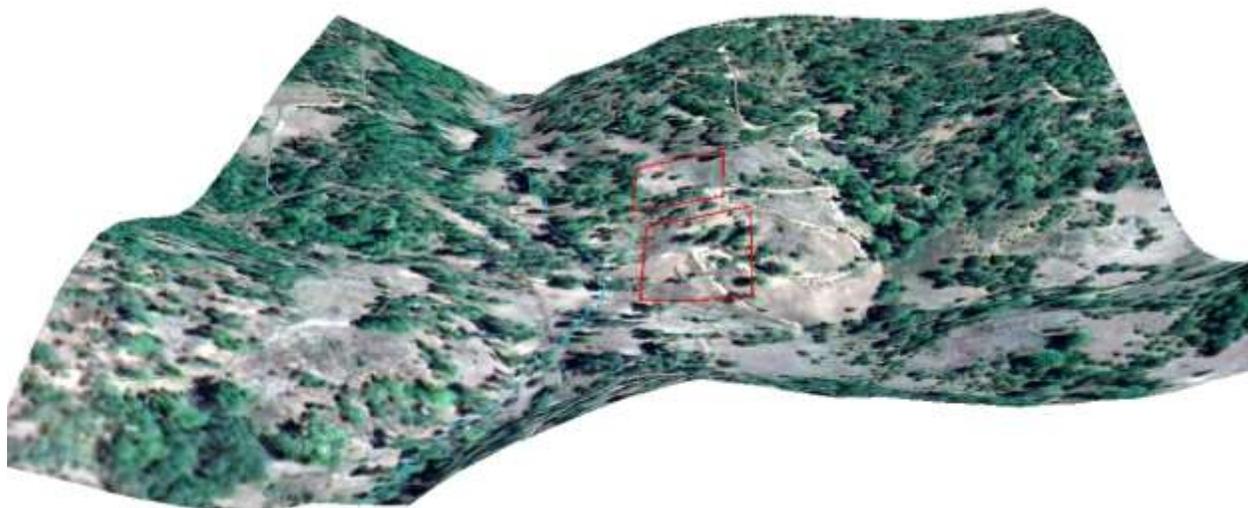


Figura IV-6. Determinación del relieve dentro del área del proyecto

### b) Pendiente

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. A mayor pendiente menor filtración y mayor pérdida de suelo por los escurrimientos hacia las partes más bajas, por lo tanto, la pendiente es un aspecto importante en la definición de la capacidad de producción de un terreno. A nivel del SA la pendiente es muy variable, pues abarca parte de las quebradas, por lo que la pendiente varía de 0 a 68.18%, mientras que en el área de influencia la pendiente es poco variable, puesto que las partes más pendientes se encuentran hacia las partes bajas de la cuenca, en este caso la pendiente varía de 0 hasta 56.14 %, en promedio se tiene una pendiente de 22.22 y una desviación de 11.44 % lo cual indica que la mayor parte del terreno

es poco montañosa. El área del proyecto no presenta una pendiente pronunciada, pues se encuentra en la parte baja del cerro y la pendiente varía de 12.97 a 13.24 %, con una media de 13.10 y una desviación estándar de 0.19, lo cual indica es un terreno de producción media ya que el terreno es Ligeramente inclinado y por lo tanto no se presentarán inconvenientes al momento de realizar el proyecto. La pendiente del área de influencia y del área del proyecto, se presenta en la siguiente figura:

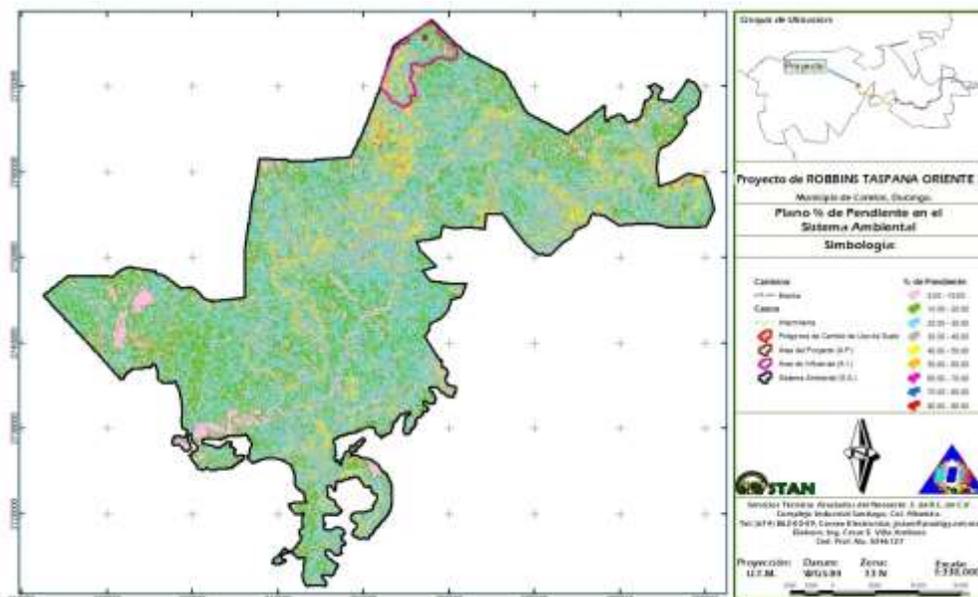


Figura IV-7. Rango de pendiente dentro del SA, AI y proyecto

### c) Exposición de la pendiente

La exposición es una parte importante en el ecosistema, ya que afecta propiedades físicas del suelo, tales como contenido de materia orgánica, el pH y la humedad, por lo tanto, las exposiciones que tengan mayor exposición al sol tendrán menos diversidad de especies debido a que la temperatura es mayor y hay mayor evapotranspiración. Considerando la exposición del terreno se puede decir que las exposiciones orientadas al Norte son más húmedas, ya que la temperatura es menor hay más precipitación y por lo tanto los niveles de humedad son mayores que en aquellas orientaciones al Sur. La región donde se localiza el predio presenta una mayor exposición al Suroeste seguido por partes expuestas al Sur, por lo tanto, son sitios de producción media. A nivel área del proyecto, las exposiciones predominantes son al Sur por lo tanto son sitios de producción media, lo cual coincide con la pendiente del sitio. Para definir las exposiciones del área de influencia y proyecto, se generó el plano de exposición en base al modelo TIN creado a partir de las curvas de nivel. El plano final de exposiciones se ilustra en la siguiente figura:

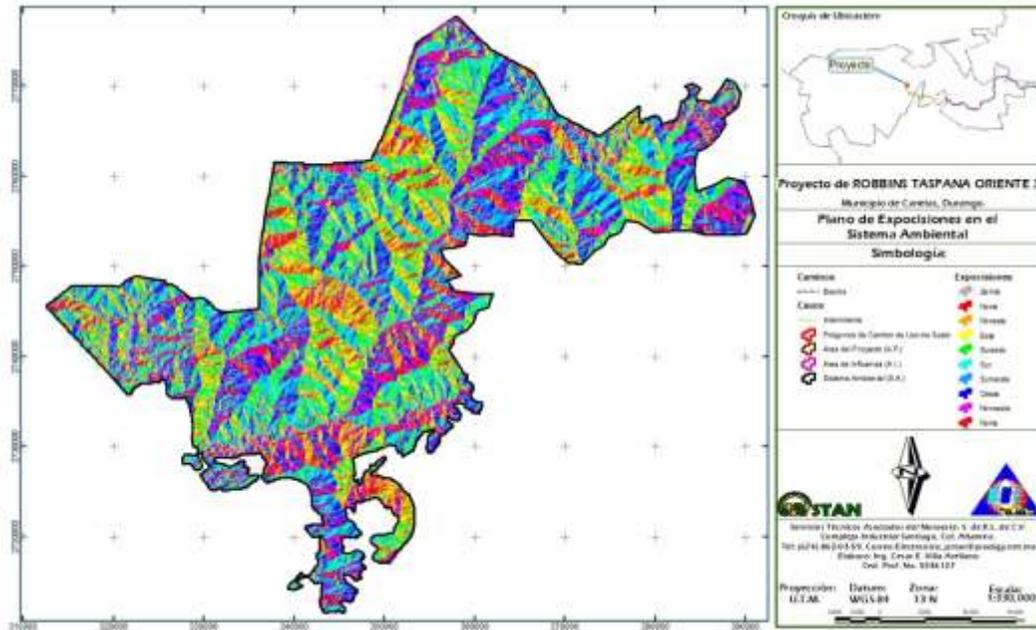


Figura IV-8. Exposición de la pendiente a nivel SA, AI y proyecto

#### IV.2.1.1.3 Presencia de fallas y fracturamientos

Dentro del **SA** se presentan fallas y fracturas que no interfieren con el desarrollo del proyecto, pues se encuentran a una distancia considerable tanto del área de influencia como del área del proyecto. En la siguiente figura se puede observar la ubicación de las fallas y fracturas dentro del **SA, AI** y proyecto.

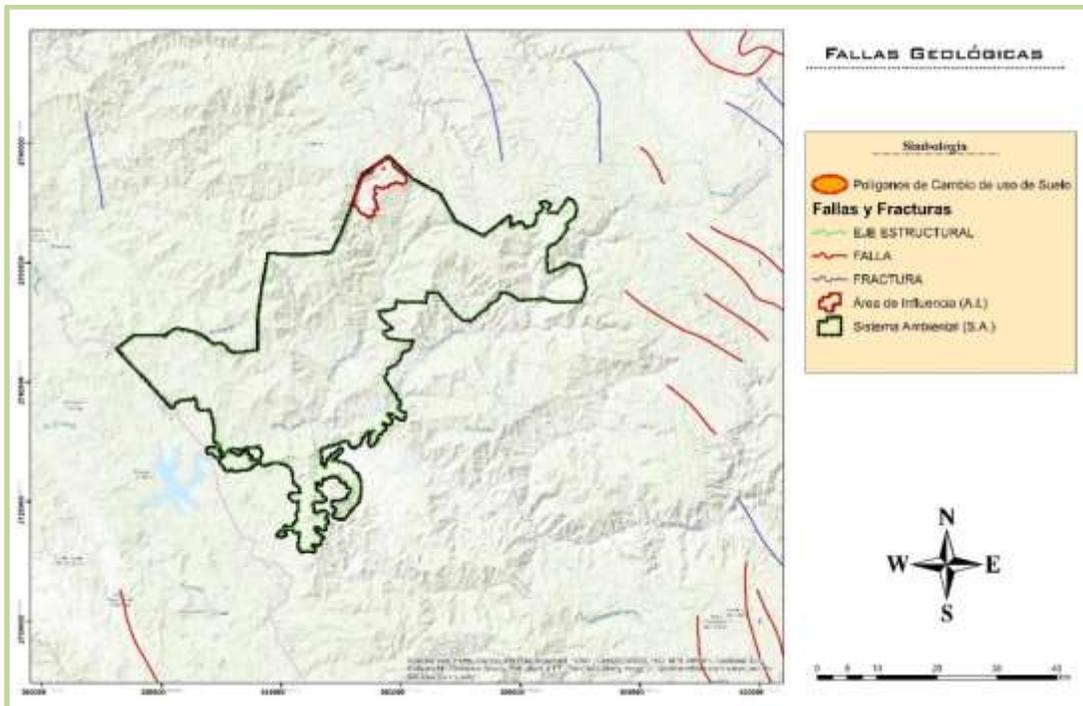


Figura IV-9. Ubicación de fallas y fracturas

#### IV.2.1.1.4 Susceptibilidad de la zona

Los fenómenos naturales que pudieran presentarse en la superficie que abarca el SA son:

- **Terremotos (sismicidad)**

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el SA se divide en dos regiones sísmicas, aunque ninguna representa un riesgo para la región ni para el desarrollo del proyecto, por una parte, se clasifica como zona A "Asísmica" esto hacia el lado de Santiago Papasquiaro, mientras que para el área del AI y del proyecto la zona se clasifica como zona B "Penisísmica".

Por otra parte, el CENAPRED, ha definido las zonas potenciales de afectación en caso de que se presente un fenómeno de este tipo, esta clasificación está basada en intensidades de acuerdo a la clasificación de Mercalli (modificada en 1931 por H. O. Wood y F. Neuman) que va de I a XII grados, donde I es imperceptible y XII es catastrófica. De acuerdo a esta clasificación, el SA se encuentra fuera de las zonas potenciales de afectación en caso de sismos, por lo tanto, el AI y del proyecto tampoco presenta ninguna intensidad sísmica, por lo que no se corre ningún riesgo para el desarrollo del proyecto.

A nivel regional como local, no se presentan fallas ni fracturas que puedan poner en riesgo el desarrollo del proyecto, tal como se muestra en la figura siguiente:

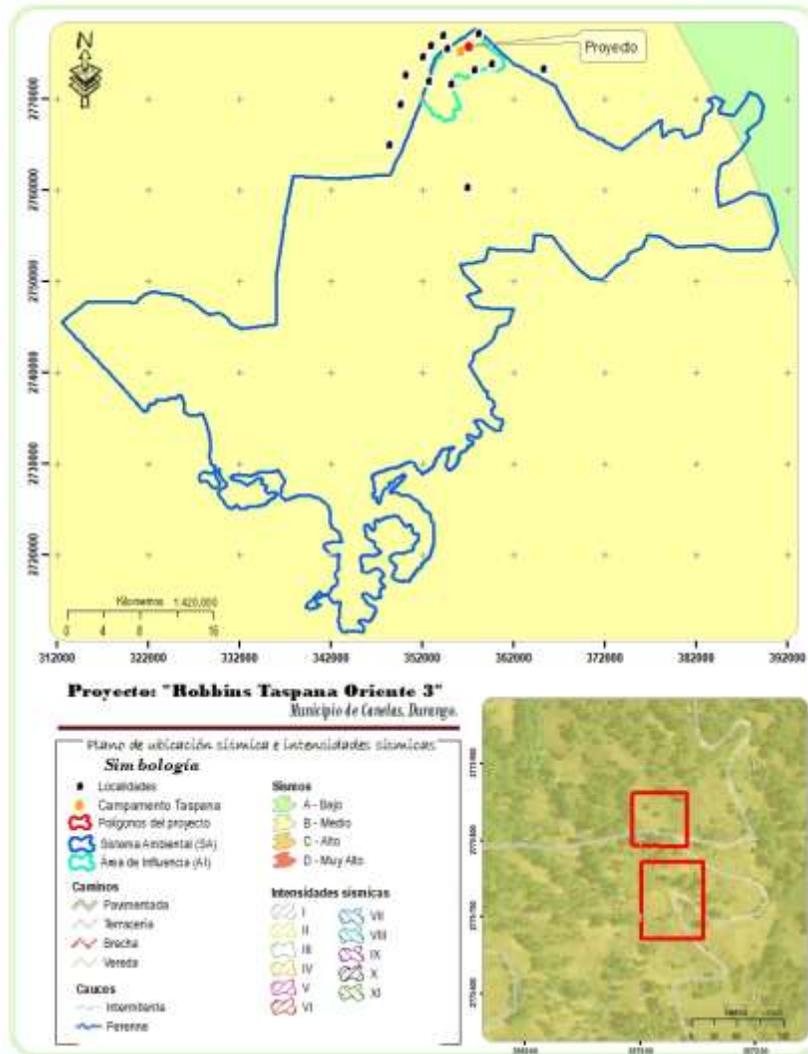


Figura IV-10. Clasificación del Riesgo sísmico

- **Deslizamiento de laderas**

El área del proyecto se encuentra en la zona de la sierra por lo que presenta zonas con pendientes muy pronunciadas, aunque específicamente dentro del área propuesta para el CUS, las pendientes varían entre 12.97 y 13.24%, lo que no dificultará el desarrollo de las obras.

De acuerdo al Atlas de Riesgo, a nivel regional la zona está clasificada con un **alto grado de susceptibilidad de laderas**, aunque los deslizamientos se presentan en áreas con pendientes muy pronunciadas y con poca cobertura vegetal, pues en cierto grado, la vegetación existente (bosque de pino) sirve de barrera para evitar el deslizamiento de suelo mediante el anclaje de su raíz, por lo que específicamente en las áreas del proyecto no se tiene el riesgo de deslizamientos, como se muestra en la siguiente figura:



Figura IV-11. Clasificación de riesgo de deslizamiento de laderas

A nivel puntual, el área presenta con poca pendiente, por lo que se clasifica como estable pues está clasificada con un grado de inestabilidad **Moderado y Alto**, además, no existen registros de deslizamientos por lo que no se considera un riesgo para el desarrollo de la obra.

Al igual que las condiciones del terreno como pendiente, vegetación y tipo de suelo, el detonante para la inestabilidad de las laderas es la lluvia, pues dependiendo de la humedad del suelo, la intensidad y duración de las lluvias, el suelo puede estar más susceptible de deslizarse hacia las zonas bajas sobre todo cuando se presentan fenómenos naturales como ciclones, que presentan intensidades fuertes de lluvia y de forma prolongada, por lo que en base a estos factores, el CENAPRED ha definido las áreas más vulnerables o potenciales de inestabilidad de laderas, clasificando la zona del proyecto dentro de una de estas zonas, la cual se denomina **Golfo California-Chihuahua-Durango**, por lo que durante la temporada de lluvias se deberá estar al pendiente de los posibles deslizamientos, aunque a la fecha no se tienen registros de estos dentro de la zona de influencia del proyecto. La ubicación del proyecto dentro de las áreas potenciales de deslizamientos se presenta en la figura siguiente:

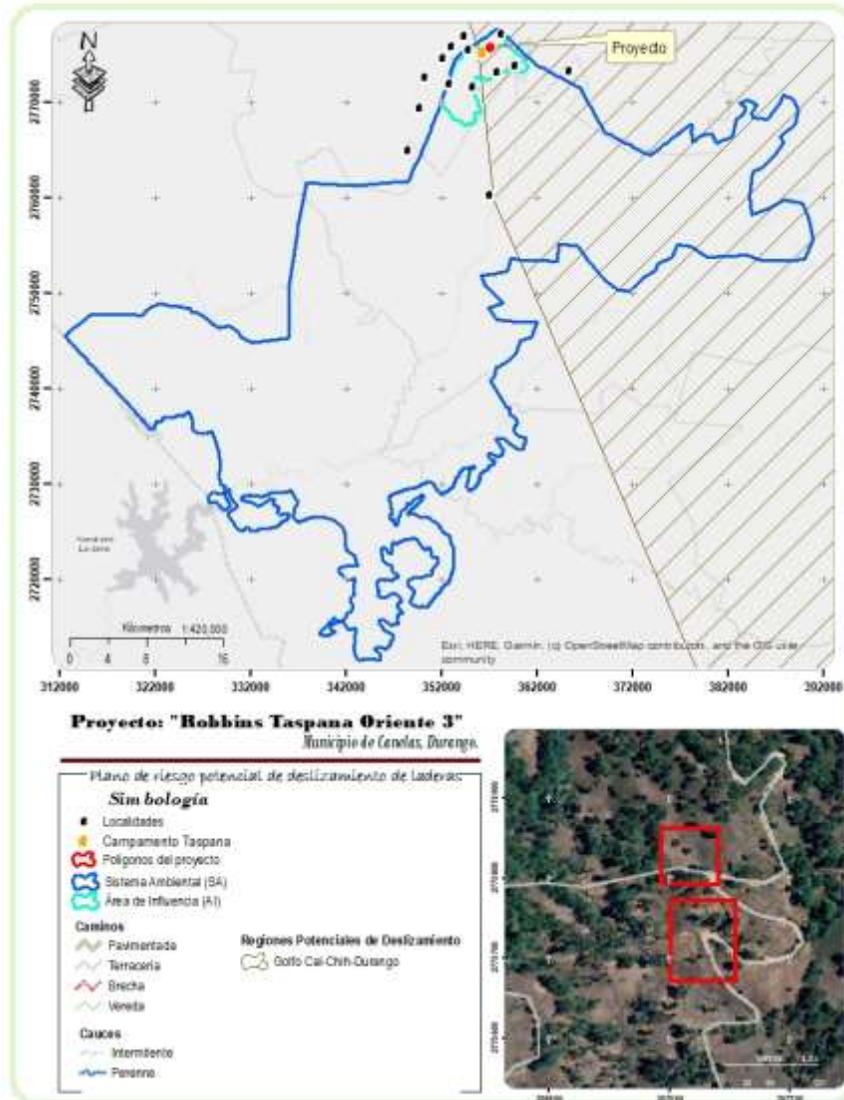


Figura IV-12. Áreas potenciales de deslizamiento de laderas.

**IV.2.1.2 Suelos**

Según la carta de suelo serie II escala 1:2,50 000 editada por INEGI en 2014, los tipos de suelo presentes tanto dentro del sistema ambiental como del área de influencia y proyecto corresponden a los siguientes:

Cuadro IV-11. Tipos de suelo dentro del SA, AI y proyecto

Clave	Grupo1	Cal-Prin1	Cal-Sup1	Grupo2	Cal-Prin2	Cal-Sup2	Grupo3	Cal-Prin3	Cal-Sup3	Textura	Sup (ha)
PHsklep+RGsklep/2R	PHAEZEM	EsquelEtico	Epileptico	REGOSOL	EsquellTico	Epileptico	N	N	N	Media	1862.71
PHsklen/2R	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	N	N	N	N	N	N	Media	13.76
RGsklep+LVskplen/1r	REGOSOL	EsquelLtico	Epileptico	LUVISOL	Epiesquelotico	Endolqptico	N	N	N	Gruesa	1427.17
CMSklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	N	N	N	Media	8812.98
PHlvlen+CMSklen+LVcrsk/2	PHAEZEM	LHvico	Endoloptico	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	LUVISOL	CrVmico	Esquelotico	Media	755.20
LPsk+RGsklep+PHsknlen/2r	LEPTOSOL	N	EsquelOtico	REGOSOL	Epiesquelctico	Epilspitico	PHAEZEM	Endoesquel	Endolspitico	Media	3054.69
RGcalep+LPskli/2r	REGOSOL	CalcSrico	EpilSpitico	LEPTOSOL	EsquelOtico	Lstico	N	N	N	Media	6011.57
PHsklen+LPeusk/2R	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	N	N	N	Media	1166.46
LPeusk+RGsklep+PHsknlen/2r	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	REGOSOL	EsquellTico	Epileptico	PHAEZEM	Endoesquel	Endolspitico	Media	3538.85
CMSklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	N	N	N	Media	4704.37
RGcalep/3r	REGOSOL	CalcSrico	EpilSpitico	N	N	N	N	N	N	Fina	306.97
LVskvr+PHlvvr/2R	LUVISOL	EsquelLtico	Vstrico	PHAEZEM	LHvico	VHrtico	N	N	N	Media	12164.20
RGsklep+LVskplen/3R	REGOSOL	EsquelLtico	Epileptico	LUVISOL	Epiesquelotico	Endolqptico	N	N	N	Fina	2331.14
PHlvvr+LVhuvr/2R	PHAEZEM	LHvico	VHrtico	LUVISOL	HUmico	VUrtico	N	N	N	Media	3712.72
CMSklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	N	N	N	Media	852.76
RGcalep+LPeusk/3r	REGOSOL	CalcSrico	EpilSpitico	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	N	N	N	Fina	6450.06
RGsklep+LVsklen+LPskh/2r	REGOSOL	EsquelLtico	Epileptico	LUVISOL	EsquellTico	Endolptico	LEPTOSOL	N	Hiperesquel	Media	863.86
CMSklen+PHsklen/2R	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	N	N	N	Media	15525.99
RGcalep+LPeusk/2R	REGOSOL	CalcSrico	EpilSpitico	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	N	N	N	Media	24514.29
LVhuum+UMhulep/2R	LUVISOL	HUmico	Hmbrico	UMBRISOL	HUmico	Epilcptico	N	N	N	Media	4313.87
LVdylen+RGdysk/2r	LUVISOL	DUstrico	Endolptico	REGOSOL	DEstrico	Esquelctico	N	N	N	Media	1082.86
RGeuskp+LPeusk+LPskli/2R	REGOSOL	Rutrico	EpiesquelPtico	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	LEPTOSOL	EsquelOtico	Lstico	Media	442.05
PHsklen+LPeusk/2R	PHAEZEM	EsquelEtico	Endolptico	LEPTOSOL	Lutrico	Esquelotico	N	N	N	Media	15717.81
RGsklen+CMSklen/2R	REGOSOL	EsquelLtico	Endolptico	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	N	N	N	Media	723.31
LVsklen+CMSklen/3r	LUVISOL	EsquelLtico	Endolptico	CAMBISOL	EsquelOtico	Endolptico	N	N	N	Fina	36918.34
LVsklen+RGdysk/2r	LUVISOL	EsquelLtico	Endolptico	REGOSOL	DEstrico	Esquelctico	N	N	N	Media	6509.34
LVablen+RGdysk/2r	LUVISOL	Llbico	Endoloptico	REGOSOL	DEstrico	Esquelctico	N	N	N	Media	1593.38
LVhuum+UMsklep/2	LUVISOL	HUmico	Hmbrico	UMBRISOL	EsquelOtico	Epileptico	N	N	N	Media	154.00
LVhuum+LPmosk/2R	LUVISOL	HUmico	Hmbrico	LEPTOSOL	MElico	Esquel	N	N	N	Media	2895.09
<b>TOTAL</b>											<b>168,419.83</b>

En el **Anexo 5d** se presenta el plano correspondiente a los tipos de suelo donde se localiza el **SA, AI** y el proyecto. La descripción de las unidades de Suelo, se muestran a continuación:

Cuadro IV-12. Descripción de las principales unidades de suelo

Clave	Descripción
<b>CAMBISOL (CM)</b>	Del latín <b>cambiare</b> , cambiar. Suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas u horizontes. No tienen un patrón climático definido, pero pueden encontrarse en alguna posición geomorfológica intermedia entre cualquiera de dos grupos de suelo considerados por la WRB. Tienen en el subsuelo una capa más parecida a suelo que a roca y con acumulaciones moderadas de calcio, hierro, manganeso y arcilla. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son buenos con fines agrícolas y son usados intensamente. Los Cambisoles éutricos de la zona templada son muy productivos.
<b>LEPTOSOL (LP)</b>	Del griego <b>leptos</b> , delgado. Anteriormente están incluidos en el grupo de los Litosoles, del griego <b>Lithos</b> , piedra. Actualmente representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.
<b>LUVISOL (LV)</b>	Del latín <b>luere</b> , lavar. Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Los Luvisoles son generalmente fértiles para la agricultura. Son el quinto grupo de suelos más extendido sobre nuestro país y su distribución abarca superficies de bosques de pino en la Sierra Madre Occidental, extensas áreas de profundidad limitada en la Mesa del Centro, así como importantes superficies de pastizal en la llanura costera del Golfo.
<b>PHAEZEM (PH)</b>	Del griego <b>phaios</b> , oscuro, y del ruso zemlja, tierra. Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura.
<b>REGOSOL (RG)</b>	Del griego <b>rhegos</b> , manta. Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles.
<b>UMBRISOL (UM)</b>	Del latín <b>umbra</b> , sombra. Suelos oscuros y ácidos en la superficie, de clima húmedo o subhúmedo, en ambiente montañoso. Son susceptibles a la erosión por efecto de la deforestación del bosque o selva. Estos suelos se encuentran usualmente en dos grandes regiones: altas de bosques templados y bajas en las llanuras costeras donde la precipitación es abundante.

En cuanto a los calificadores de suelo se describen en la siguiente tabla:

Cuadro IV-13: Calificadores de suelo

Clave	Descripción
Álbico (ab)	Del latín <b>albus</b> , blanco. Capas de textura gruesa, de color blanco o claro, sin estructura y que ocurre en suelos donde el agua se estanca y se desvía lateralmente sobre una capa endurecida o impermeable.
Calcárico (ca)	Del latín <b>calcarius</b> , con cal. Suelo con más de 2% de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.
Crómico (cr)	Del griego <b>kromos</b> , color. Suelo que tiene una capa de color roja de más de 30 cm de espesor.
Dístrico (dy)	Del griego <b>dys</b> , enfermo. Suelo con un horizonte de baja saturación de bases. Generalmente el pH es ácido y permanece húmedo la mayor parte del año. Algunos cultivos tolerantes a esta condición son la fresa, café, manzano, membrillo, arroz, papa y tabaco.

Clave	Descripción
Endoléptico (len)	Del griego <b>leptos</b> , roca. Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. Se denomina endoléptico por tener de 50-100 cm de profundidad.
Epiléptico (lep)	Del griego <b>leptos</b> , roca. Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epiléptico cuando se encuentra entre 0-49cm.
Esquelético (sk)	Suelos con un horizonte de más de 40% del volumen ocupado por piedras, gravas y guijarros dentro de los primeros 100 cm de profundidad.
Éutrico (eu)	Del griego <b>eu</b> , bueno. Suelos saturados con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución. El estado éutrico puede considerarse un indicador adicional de buena fertilidad del suelo. Los suelos éutricos son característicos de clima seco o semiseco debido a la baja precipitación.
Hiperesquelético (skp)	Cuando el volumen ocupado de piedras, gravas y guijarros es mayor a 80% del volumen del suelo.
Húmico (hu)	Del latín <b>humus</b> , tierra. Suelos ricos en carbono orgánico que tienen en promedio 1% o más en los primeros 50 cm de profundidad.
Lítico (li)	Del griego <b>lithos</b> , piedra. Suelos limitados por roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso que se denomina nudilítico y tecnolítico
Lúvico (lv)	Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. La arcilla es de alta actividad en CIC (mayor de 24cmol kg <sup>-1</sup> ), lo que representa buenas posibilidades de fertilidad para la agricultura en general.
Mólico (mo)	Del latín <b>mollis</b> , suave. Suelo con un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta; 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm o más, en los demás grupos.
Úmbrico (um)	Del latín <b>umbra</b> , sombra. Suelo con propiedades semejantes al mólico pero mucho más ácido. Tiene un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta. Saturación de bases menor de 50%. El espesor requerido para calificar como úmbrico depende de la profundidad total del suelo: 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm en los demás grupos de suelo.
Vértico (vt)	Del latín <b>vertere</b> dar vuelta. Suelos con más de 30% de arcilla expandible (con abundantes grietas en seco) en algún horizonte de 25 cm de espesor. Tienen alta fertilidad y están asentados en las zonas agrícolas más productivas del país.

Específicamente, el proyecto presenta un suelo **LVhuum+LPmosk/2R**, de acuerdo al suelo principal, este tipo de suelo es el que tiene mayor distribución en el país, aunque son suelos susceptibles a la erosión, solo se presenta en pendientes muy pronunciadas, con mucha arcilla y por la deforestación, sin embargo, en base a sus calificadores, presentan altas concentraciones de rocas, pero buena humedad.

Con el desarrollo del proyecto se extraerá un volumen de suelo por la perforación de los robbins, además, con la eliminación de la vegetación se puede presentar un grado de erosión por factores como el viento o la lluvia, pero este impacto solo se presentará durante las etapas de preparación y construcción, pues las áreas desmontadas estarán ocupadas por la infraestructura por lo que los factores ambientales no llegaran directamente al suelo y se evitará la erosión. En cuanto a la calidad del suelo, esta no se verá afectada, pues no se utilizarán sustancias químicas durante el desarrollo del proyecto.

Como se mencionó anteriormente el cambio de uso de suelo provocara que se presente una pérdida de suelo por la eliminación de la vegetación, esta puede ser por erosión eólica o erosión hídrica.

#### ⇒ Erosión hídrica

Para conocer la erosión que se perderá por acción de la lluvia en el suelo descubierto, se realizó el cálculo de la pérdida de suelo anual media a largo plazo utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE). La aplicación de este cálculo tiene por objeto dar a los manejadores silvícolas y a los técnicos en conservación de suelos la

posibilidad de elegir combinaciones de usos de la tierra, prácticas de cultivo y prácticas de conservación del suelo que mantengan la pérdida de suelo a un nivel aceptable.

La **USLE** se presenta en esta forma:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P;$$

Dónde:

$E$  = Erosión potencial en t/ha/año

$R$  = Factor de erosividad de la lluvia expresada en MJ.mm/ha.hr

$K$  = Es el factor de erodivilidad del suelo expresado en Ton.ha/MJ.mm)

$LS$  = Factor topográfico (Longitud de cauce y pendiente)

$C$  = Factor de cobertura vegetal (varia de 0 a 1)

$P$  = Factor de prácticas mecánicas

El proceso se realizó mediante el software ArcGis® versión 10.8 para lo cual se recabaron datos de las estaciones climatológicas establecidas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con datos desde el año 1951 hasta el 2010, así como la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1: 2 50 000 establecida por el INEGI en 2017 y curvas de nivel equidistantes a 50 m, además se utilizaron datos de la clasificación de tipo de suelo propuesto por la FAO en 2007.

### **Cálculo del factor R**

La Erosividad de la lluvia se puede definir como su agresividad sobre el suelo. Representa la energía con que las gotas de lluvia que caen a una determinada intensidad pueden romper los agregados superficiales en partículas de tamaño transportable.

La erosividad es función de la energía cinética ( $E$ ) y de la intensidad de la precipitación ( $I$ ). La primera, relaciona el tamaño y la velocidad de caída de las gotas y la segunda relaciona la cantidad con la duración. Por tanto, se trata de un parámetro complejo de calcular pues relaciona cuatro propiedades (cantidad y duración, diámetro y velocidad de las gotas de lluvia).

Para calcular la energía cinética y la intensidad de la precipitación se requiere de datos muy específicos, pues se debe de conocer las variaciones de intensidad de lluvia durante los aguaceros, de los cuales no se tiene registro, por lo que se han propuesto algunas modificaciones de la ecuación original del cálculo del factor R, con las cuales se obtienen resultados similares (I.C.O.N.A., MAPA, 1988; Fournier, 1960) este último es un índice que utiliza la precipitación máxima (índice de Fournier (IF)), sin embargo al utilizar un único valor se podrían estar obteniendo resultados erróneos puesto que, durante el año se pueden tener dos o más picos mensuales de precipitación. Por este motivo ARNOLDUS (1978) propuso una corrección de este índice para considerar no sólo la precipitación mensual del mes más húmedo, sino también la del resto de los meses, por lo tanto, en el presente estudio se utilizó este índice para el cálculo del factor R.

El Índice modificado de Fournier (Arnoldus, 1978), está dado por la siguiente ecuación:

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{p_t}$$

**Donde:**

$P_i$  = Precipitación mensual

$P_t$  = Precipitación total

Una vez obtenida la precipitación para cada mes, es necesario utilizar una ecuación que correlacione el IMF con R y para el presente estudio se utilizó la ecuación propuesta por Rodríguez *et. al.*, (2004), la cual corresponde a la siguiente:

$$R = 2.56(IMF)^{1.065}$$

El método de cálculo se obtuvo en el programa Arc Map, una vez obtenidos los valores de precipitación para cada mes dentro de las estaciones climatológicas de influencia en el sistema ambiental, se realizó una interpolación dentro de la función **3D Analyst Tool – Raster Interpolation – IDW** que realiza una interpolación mediante la técnica de la distancia inversa. Este método genera un raster con los valores de precipitación para cada mes, posteriormente, se obtiene un raster para la precipitación total con la función **Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator**, donde se suman todos los raster de cada mes, dentro de esta misma función se obtiene el índice modificado de Fournier elevando cada raster de precipitación al cuadrado y dividiendo entre el raster de precipitación total obteniendo un raster denominado IMF, el cual se utiliza para el cálculo del raster del factor de erosividad de la lluvia (Factor R), mediante la función de **Raster Calculator** y se aplica la ecuación propuesta por Rodríguez *et. al.* (2004), con lo cual se obtiene el siguiente resultado:

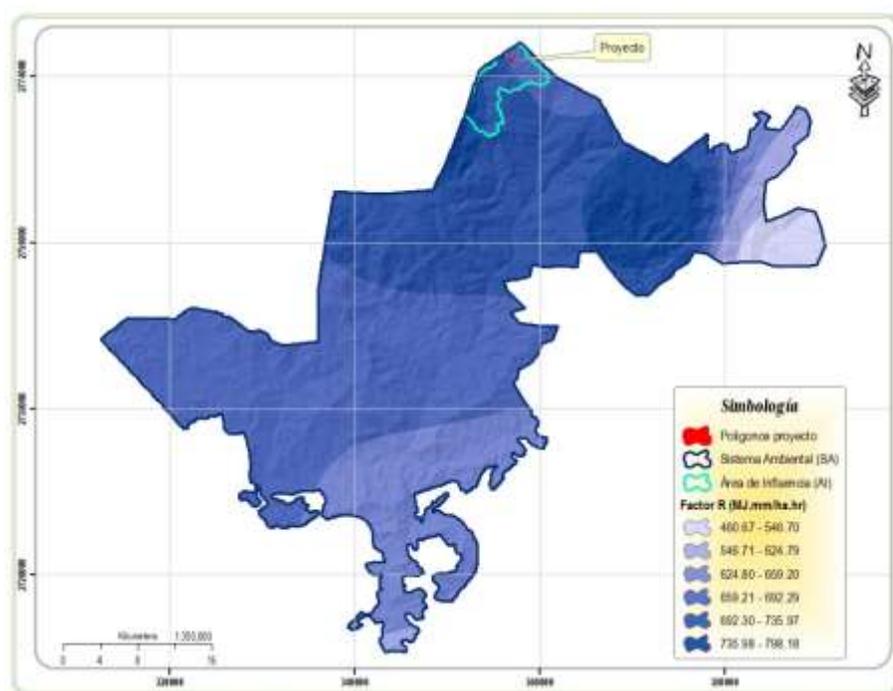


Figura IV-13. Cálculo del factor R (Erosividad de la lluvia)

EL factor K o de erodabilidad del suelo se refiere a la susceptibilidad del suelo a erosionarse por factores como agua o viento, esta erosión está influenciada por numerosas propiedades, tales como textura, estabilidad estructural, contenido de materia orgánica, mineralogía de arcillas y constituyentes químicos, entre otros.

Para el cálculo del índice de Erodabilidad se utilizó la ecuación propuesta por Williams (1995) la cual se da a continuación:

$$K = 0.1317fesand * fcl.si * forgc * fhisand$$

Y para calcular cada factor se tiene que:

$$fesand = \left( 0.2 + 0.3 \exp \left[ -0.0256 m_s \left( 1 - \frac{m_{silt}}{100} \right) \right] \right)$$

$$fcl.si = \left( \frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right)^{0.3}$$

$$f_{orgc} = \left[ 1 - \frac{0.25orgc}{orgc + \exp(3.72 - 2.95orgc)} \right]$$

$$f_{hisand} = \left[ 1 - \frac{0.70 \left( 1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\left( 1 - \frac{m_s}{100} \right) + \exp \left[ -5.51 + 22.9 \left( 1 + \frac{m_s}{100} \right) \right]} \right]$$

Donde:

$f_{sand}$  = Contenido de arena en el suelo

$f_{cl.si}$  = contenido de arcilla-limo

$f_{orgc}$  = contenido de carbono orgánico

$f_{hisand}$  = parámetro relacionado al contenido de arena

$m_s$  = % del contenido de arena

$m_c$  = % del contenido de arcilla

$m_{silt}$  = % del contenido de limo

$orgc$  = % de contenido de carbono orgánico

Los parámetros necesarios para el desarrollo de las ecuaciones fueron obtenidos del Mapa digital de los suelos del mundo establecido por la FAO en 2007. Inicialmente se hizo el recorte del tipo de suelo para el **SA** dentro de Arc Map, y una vez determinados los tipo de suelo se desarrollaron las ecuaciones anteriores en el programa Excel para obtener el valor de K por tipo de suelo, estos valores se unieron mediante la función **Join and Relates** en Arc Map y se procedió a generar el raster con la función **Conversion Tools – To Raster – Polygon To Raster**, obteniendo los siguientes resultados:

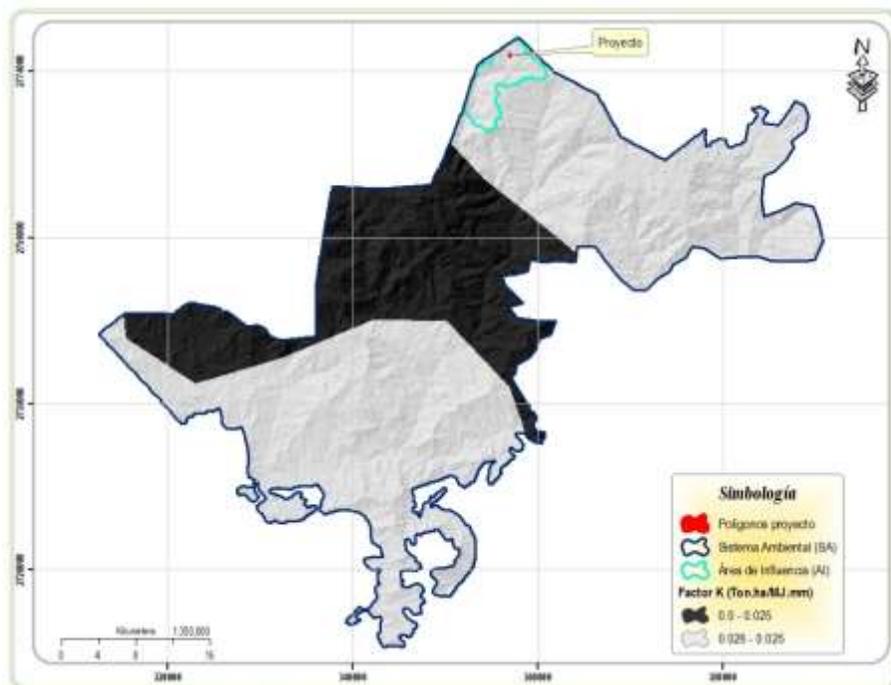


Figura IV-14. Cálculo del Factor K (Erodabilidad del suelo)

### Cálculo del factor LS

Este factor está relacionado con los factores topográficos, por una parte, el factor L relacionado con la longitud de la ladera y S con su pendiente.

Primeramente se obtuvo el factor L relacionado con la pendiente y fue obtenido en base a la ecuación de Foster (1977) que se describe de la siguiente manera:

$$L = \left( \frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{f}{1+f} \quad f = \frac{\sin\beta/0.0896}{3\sin\beta^{0.8} + 0.56}$$

El desarrollo de la ecuación de L se obtiene de acuerdo a Desmet & Gober, Velazquez, 2008 como:

$$L_{i-j} = \frac{[A_{i-j} + D^2]^{(m+1)} - A_{i-j}^{(m+1)}}{X^m D^{m+2} (22.13)^m}$$

Donde:

$\beta$  = Pendiente a nivel pixel (Multiplicar por 0.01745 para convertir a radianes)

A = Acumulación de flujo a nivel del pixel

D = lado del pixel

X = coeficiente de forma (X=1 para sistemas pixeliados)

Para desarrollar esta ecuación se debe contar con el modelo digital de elevación (MDE) obtenido a partir de las curvas de nivel equidistantes a 50 m.

En el programa Arc Map dentro de la función **Spatial Analyst Tools – Fill** se corrigen las imperfecciones del raster, a partir de este se genera el raster de pendiente ( $\beta$ ) con la función **Spatial Analyst Tools – Surface – Slope** y dado que está pendiente se genera en grados, será necesario multiplicar el valor por 0.01745 para convertir a radianes.

Se procede a calcular los parámetros necesarios para aplicar la ecuación general y primero se calcula el factor  $f$  dentro de la función **Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator** se aplica la ecuación, de la misma manera se calcula el factor  $m$ . EL factor D es el tamaño del pixel del raster, para lo cual se utilizó un tamaño de 50 para mayor visibilidad.

Se procede a calcular la acumulación del flujo (A), para lo cual se debe obtener primero la dirección del flujo y esta se obtiene dentro de la función **Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Dirección**, a partir del raster **fill** generado inicialmente y dentro de la misma función se genera la acumulación **Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Accumulation**.

Una vez obtenidos los rasters anteriores, se procede a aplicar la ecuación de Desmet & Gober, Velazquez, 2008 y se obtiene el raster para el factor L.

Una vez obtenido el raster del factor L, se procede a calcular el factor S, para lo cual se utilizó la ecuación de McCools que dice que:

$$\text{Cuando } \tan\beta_{(i-j)} < 0.09 \quad S_{(i-j)} = 10.8\sin \beta_{(i-j)} + 0.03$$

$$\text{Cuando } \tan\beta_{(i-j)} \geq 0.09 \quad S_{(i-j)} = 16.8\sin \beta_{(i-j)} - 0.5$$

Esto se realiza dentro de la función **Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator** a partir del raster de pendiente ( $\beta$ ). Una vez que se tiene el raster del Factor L y del factor S se realiza la multiplicación de los rasters dentro de la función **Raster Calculator** obteniendo el siguiente resultado:

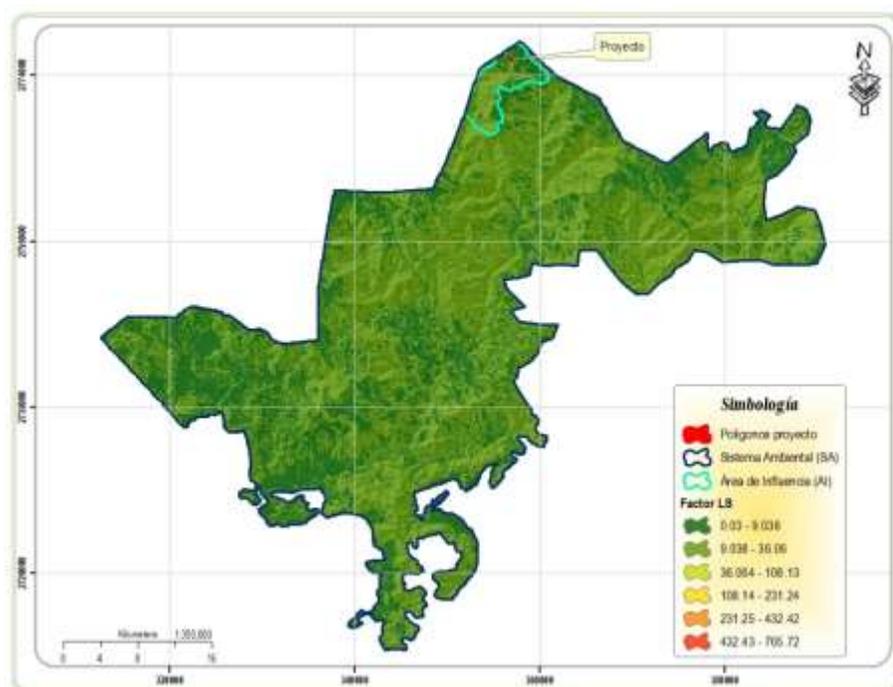


Figura IV-15. Cálculo del Factor LS (Factores topográficos)

Del mismo modo, se realizó el cálculo para el Factor C correspondiente a la cubierta vegetal, para lo cual se utilizó la capa de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1:2 50 000 editada por INEGI en 2017, para cada tipo de vegetación se le asignó un valor que indica el grado de protección de suelo en función de la cobertura vegetal, este valor varía de 0 a 1, siendo 1 cuando el suelo está completamente desnudo y 0 cuando el suelo está totalmente protegido, para elaborar el raster del factor C, se tomaron como referencia los datos propuestos por Montes-León *et al.*, 2011, en donde se proponen los siguientes valores para el factor C:

Cuadro IV-14. Valores propuestos para el factor C

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de táscate	0.01
Bosque mesófilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico micrófilo	0.25
Matorral desértico rosetófilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetófilo costero	0.25
Matorral sarcocaulo	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de niebla	0.25
Matorral submontano	0.35

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsófilo	0.25
Pastizal halófilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.01

Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Cuerpos de agua	1.00
Agricultura de riego	0.22
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

Una vez clasificados los tipos de suelo, se procede a generar el raster en Arc Map mediante la función **Conversion Tools – To Raster – Polygon To Raster**, y se obtiene el siguiente resultado:

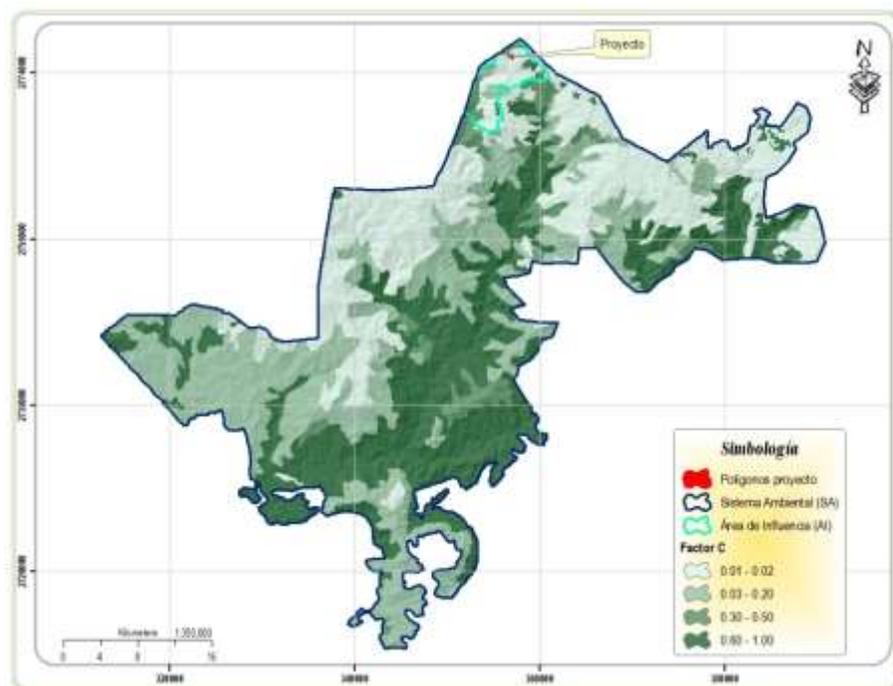


Figura IV-16. Cálculo del Factor C (Cobertura vegetal)

Para el caso del factor de prácticas de conservación, dentro del área correspondiente al Sistema ambiental no se cuenta con prácticas de conservación, por lo que se considera que el valor para el cálculo es igual a la unidad.

Finalmente se realizó una interpolación de los raster para cada Factor con ayuda de ArcMap con la función **Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator**, con lo cual se obtuvo la erosión hídrica potencial del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, la cual se obtiene de multiplicar los factores  $R \times K \times LS$  y el resultado es el siguiente:

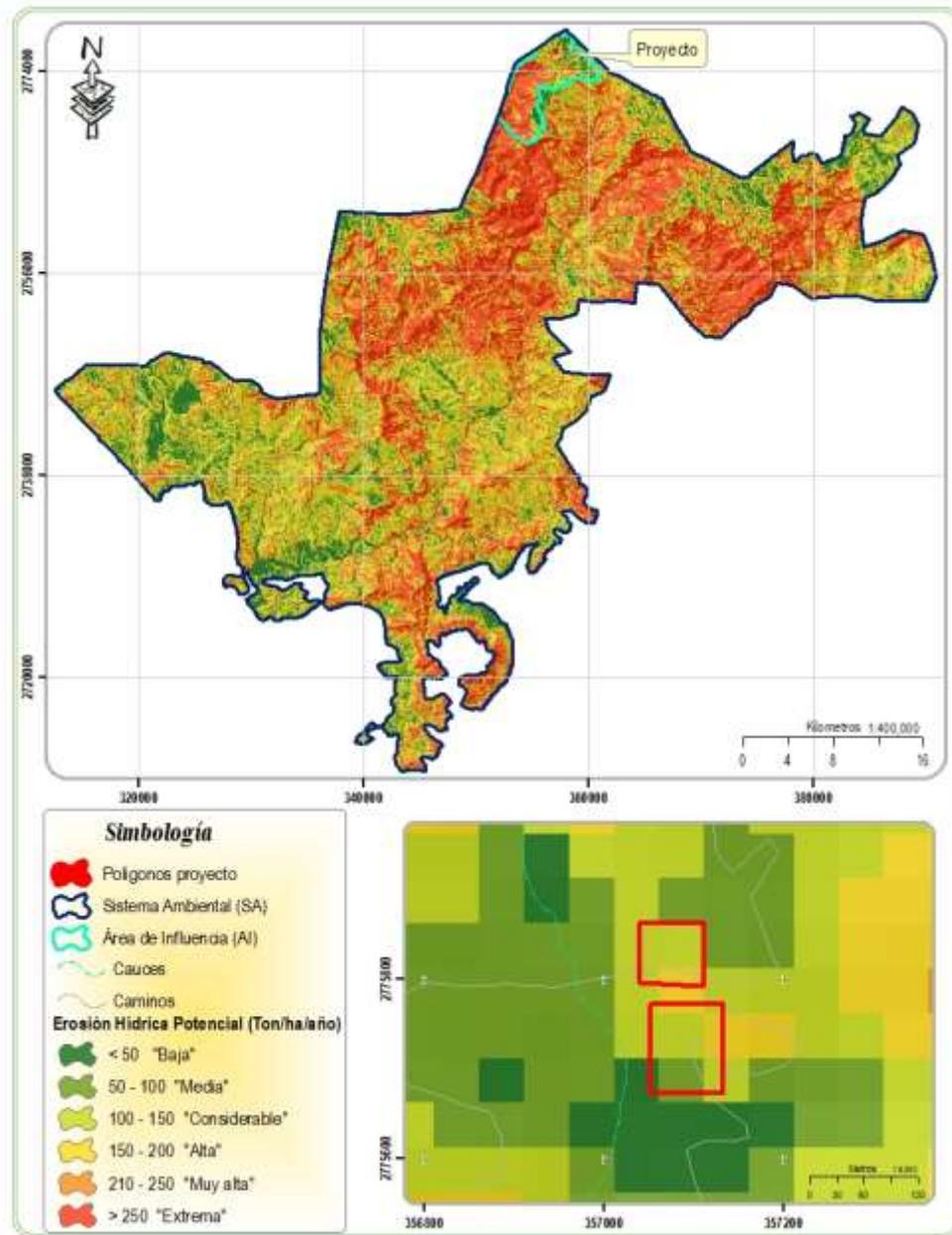


Figura IV-17. Erosión hídrica potencial en el sistema ambiental, área de influencia y proyecto

Una vez que se considera la cobertura vegetal (Factor C), la erosión actual es menor a la potencial, pues esta considera un factor de protección del suelo que permite que los factores ambientales no peguen directamente al suelo, evitando el arrastre de partículas, por lo que la erosión será menor como se puede observar en la siguiente figura:

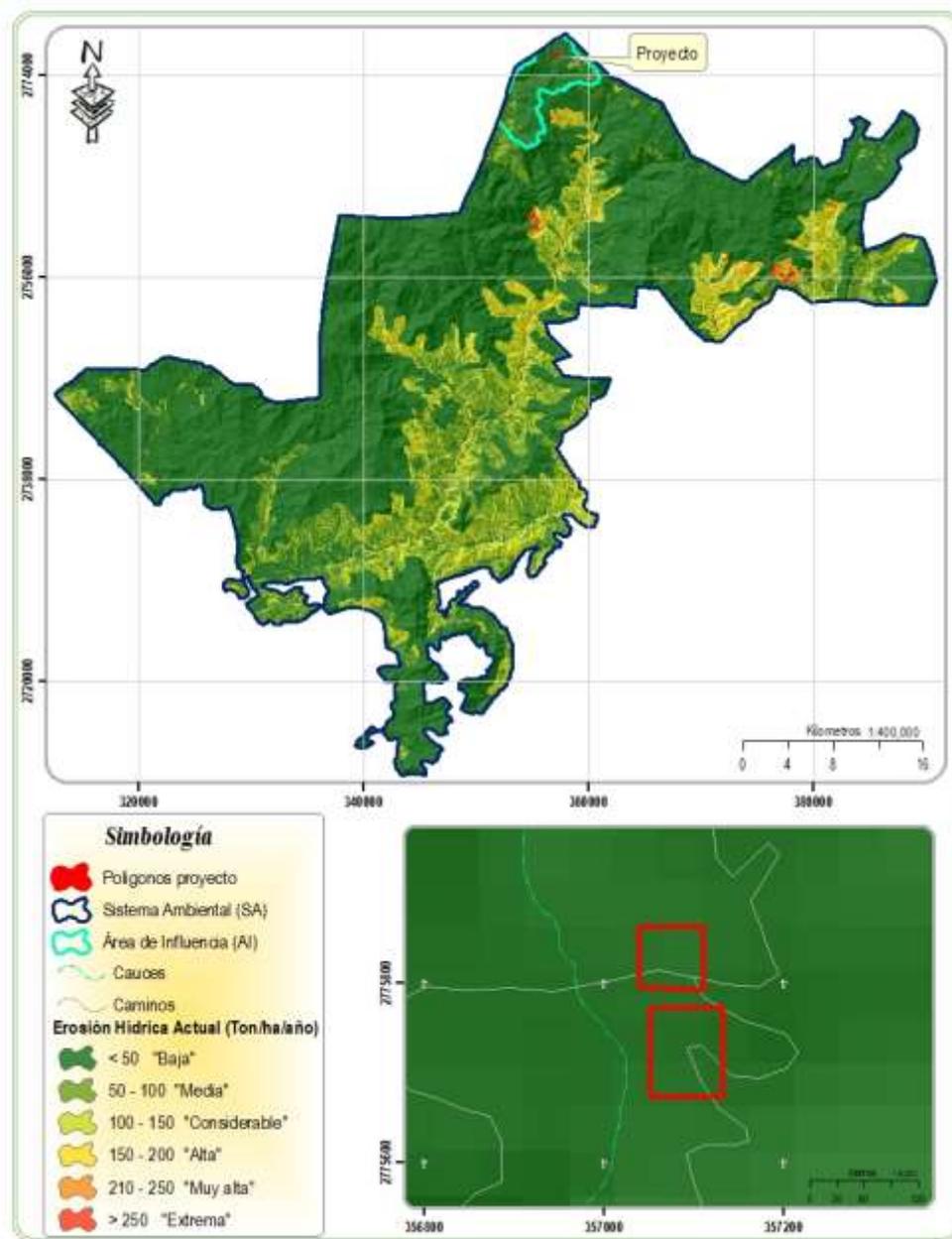


Figura IV-18. Erosión hídrica actual en el sistema ambiental, área de influencia y proyecto

De acuerdo a la clasificación de erosión propuesta por Montes-León *et al.*, 2011, tenemos las siguientes categorías desde el nivel del sistema ambiental hasta el proyecto:

Cuadro IV-15. Clasificación de la erosión hídrica

Tipo	Rango (ton/ha/año)	Clasificación
1	< 50	Baja
2	50 – 100	Media
3	100 – 150	Considerable
4	150 – 200	Alta
5	200 – 250	Muy alta
6	> 250	Extrema

Dado que la superficie que abarca el sistema ambiental delimitado, cuenta con características ambientales y topográficas muy variables, los rangos de erosión potencial también varían en cada área, encontrando los siguientes rangos de erosión por superficie dentro del área correspondiente al SA, AI y área del proyecto:

Cuadro IV-16. Erosión hídrica potencial dentro del SA, AI y proyecto

ID	Clasificación	Clave	Superficie SA	%	Superficie AI	%	Superficie Proyecto	%
1	<50	Baja	13,412.93	7.96	453.51	11.98	0.038	2.94
2	50-100	Media	18,484.32	10.97	466.14	12.31	0.244	18.99
3	100-150	Considerable	28,196.62	16.73	510.64	13.49	0.847	65.80
4	150-200	Alta	33,496.01	19.87	471.31	12.45	0.158	12.27
5	200-250	Muy alta	29,629.59	17.58	485.74	12.83		
6	>250	Extrema	45,330.43	26.89	1,399.28	36.95		
<b>TOTAL</b>			<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>	<b>3,786.62</b>	<b>100.00</b>	<b>1.287</b>	<b>100.00</b>

Por lo tanto, la mayor superficie dentro del sistema ambiental (SA) y área de influencia (AI) se encuentra dentro de las categorías de erosión hídrica potencial "**Extrema**", pues se encuentra en la categoría mayor a 200 ton/ha/año, mientras que dentro del área del proyecto la erosión hídrica potencial se encuentra mayormente dentro de la categoría "**Considerable**", pues la erosión se encuentra entre las 100 y 150 ton/ha/año, esto se puede atribuir a que la zona se encuentra dentro de la zona de la sierra en donde el relieve es muy variable.

En cuanto a la erosión actual, la erosión disminuye dadas las condiciones de la cobertura vegetal, encontrando que la mayor erosión tanto en el SA, AI y proyecto se encuentra dentro de la categoría de erosión "**Baja**", tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro IV-17. Erosión hídrica actual dentro del SA, AI y proyecto

ID	Clasificación	Clave	Superficie SA	%	Superficie AI	%	Superficie Proyecto	%
1	<50	Baja	120,771.93	71.65	3,329.14	87.92	1.287	100.00
2	50-100	Media	24,012.93	14.25	422.80	11.17		
3	100-150	Considerable	17,964.48	10.66	26.05	0.69		
4	150-200	Alta	4,627.77	2.75	4.26	0.11		
5	200-250	Muy alta	648.76	0.38	1.92	0.05		
6	>250	Extrema	524.03	0.31	2.44	0.06		
<b>TOTAL</b>			<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>	<b>3,786.62</b>	<b>100.00</b>	<b>1.287</b>	<b>100.00</b>

Del mismo modo, para conocer la erosión hídrica a nivel proyecto, se aplicó la metodología propuesta por SAGARPA en 2005, en donde se utiliza la misma ecuación ULSE, sin embargo, para la utilización de esta ecuación se tienen considerados valores ya establecidos tanto para la erosividad de la lluvia (Factor R) y la erodibilidad del suelo (Factor K). En este caso para el **Factor R** se utiliza el mapa de erosividad establecido para la República Mexicana en donde se establecen catorce regiones y para cada una se establece una ecuación diferente, en el caso específico de proyecto se utilizó la **ecuación X** que se da por la siguiente expresión:

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

Donde  $P$  = la precipitación media anual en mm.

La precipitación media anual se obtuvo de la estación meteorológica más que para este proyecto corresponde a **1387 mm** (Según la estación meteorológica de **Vascogil**. Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene el siguiente resultado:

$$R = 6.8938(1387) + 0.000442(1387)^2 = \mathbf{10412 \text{ Mj/ha mm/hr}}$$

En el caso del **factor K**, se cuenta con una tabla de erosionabilidad de los suelos en función de la textura y el contenido de materia orgánica los cuales varían de 0 a 4 %, el área del proyecto cuenta con una textura de suelo arcillo-arenosa con un porcentaje de materia orgánica de entre 0.5 y 2% a lo cual corresponde un valor de **0.013**.

En el caso del **facto K**, se cuenta con una tabla de erosionabilidad de los suelos en función de la textura y el contenido de materia orgánica los cuales varían de 0 a 4 %, el área del proyecto cuenta con una textura de suelo arcillo-arenosa con un porcentaje de materia orgánica de entre 0.5 y 2% a lo cual corresponde un valor de **0.013**.

Por su parte, para determinar el factor LS primero se estima la pendiente del terreno dividiendo el promedio de la altura mayor menos la altura menor entre la longitud de la superficie que abarca el proyecto. Enseguida se obtiene el factor LS mediante la siguiente ecuación:

$$LS = \lambda^m(0.138 + 0.00965 + 0.00138 S^2)$$

Donde:

$\lambda$  = longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = parámetro cuyo valor es 0.5.

La pendiente para el proyecto se obtuvo con valores de altura máxima 2478 msnm, altura mínima 2448 msnm y una longitud de 311.8 m, por lo que se obtiene una pendiente de 9.6 % y sustituyendo en la ecuación del factor LS se obtiene que:

$$LS = (311.8)^{0.5}(0.0138 + 0.00965(9.6) + 0.00138(9.6^2)) = 4.14$$

Con estos valores, dentro del programa de Excel se realizó el cálculo para obtener la erosión hídrica potencial con los siguientes parámetros:

**R = 10,412,**

**K = 0.013**

**LS = 4.14**

**E = (R)\*(K)\*(LS) = 560.26 toneladas /ha/ año.**

Con lo cual se obtiene que la erosión hídrica potencial es de **560.26 ton/ha/año**, sin cobertura vegetal ni prácticas de conservación. Lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de **56.03 mm**, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Si consideramos la cobertura vegetal, este valor disminuye, pues al haber una barrera que limita el impacto directo de factores ambientales por aire y agua, el arrastre de partículas será menor, por lo que, para el cálculo del factor C se tiene establecida una tabla de acuerdo a la protección del suelo, en donde los valores varían de 0 a 1 y su valor disminuye conforme aumenta la cobertura vegetal, en el caso particular del proyecto, el valor de C es de **0.001** pues corresponde a un **bosque natural de productividad alta**, por lo tanto, la erosión actual corresponde a multiplicar la erosión potencial por el factor de cobertura vegetal:

$$Ea = E * C = 560.26 * 0.001 = 0.5603 \text{ ton/ha/año}$$

La erosión actual corresponde a **0.5603 ton/ha/año**. Para calcular la erosión actual dentro del área del proyecto se multiplica la erosión actual por la superficie que abarca el proyecto (**1.287 ha**) y la erosión una vez que se realice el desmonte será la erosión potencial por la superficie del proyecto, en la cual se considera una tasa de erosión por el tiempo en que el suelo estará desprotegido en este caso se tomó como referencia **1 año** que es el tiempo que tardará el cambio de uso de suelo, pues el suelo estará libre de vegetación, los resultados son los siguientes:

Cuadro IV-18. Erosión hídrica potencial y actual dentro del área del proyecto

Erosión Potencial	560.26	Ton/ha/año
Erosión Actual	0.7171	Ton/año
Perdida Suelo con CUS	717.13	Ton/año
Taza de erosión	1	Años
<b>Erosión hídrica Total</b>	<b>717.13</b>	<b>Toneladas</b>

Como se puede observar en el cuadro anterior, la erosión hídrica actual es mayor a la obtenida mediante el proceso cartográfico, puesto que este utiliza valores más precisos para cada área pues todos los datos se manejan a partir de píxeles con valores muy específicos, mientras que el cálculo del Excel son datos promedios, por lo que se considera que los valores obtenidos en la cartografía son más acordes a lo que realmente ocurre en el área del proyecto, ya que es una zona muy productiva y con una cobertura vegetal muy buena en donde los procesos de erosión son mínimos y en áreas muy específicas, por lo que menos de **50 toneladas al año** podrían ser un valor más congruente, sin embargo para fines de establecer las medidas de restauración y mitigación, se tomó en cuenta el valor más alto (**717.13 ton**), esto con el fin de mejorar las condiciones del sitio y prevenir la falla de algunas obras.

Considerando que las obras de restauración corresponden a presas de piedra acomodada y que cada una tendrá dimensiones de 1.20 x 1.0 x 1.0 las cuales podrán retener **6 m<sup>3</sup>**, será necesario construir **150 m<sup>3</sup>** de presas con lo cual se podrán retener **750 toneladas** de suelo, con lo cual se garantiza que no se pondrá en riesgo el suelo con el desarrollo del proyecto.

#### ⇒ Erosión eólica

De manera natural se presenta una erosión del suelo principalmente por la acción del viento, la cual aumenta a medida que disminuye la vegetación, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. En la región donde se localiza el proyecto existe vegetación arbórea que protege al suelo contra el viento, sin embargo, la eliminación de la vegetación completamente aumentara la erosión por este factor, y para determinar la pérdida de suelo que se generará por acción del viento, se realizó una estimación del grado de erosión en el estado actual y la erosión que se generara con el desarrollo del proyecto.

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión eólica se utilizó la ecuación propuesta en el Manual De ordenamiento de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988), en la cual se consideran los días de lluvia, el tipo de suelo y el uso actual. La expresión para el cálculo de la erosión eólica se da de la siguiente manera:

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Dónde:

IAVIE = Índice de agresividad del viento

CATEX = Calificación de textura y fase

CAUSO = Calificación por uso de suelo

La metodología para el cálculo de la erosión eólica se realizó tanto para el SA, el AI y el proyecto, para lo cual se realizó la cartografía correspondiente, en la cual se pueden distinguir los diferentes rangos de erosión dependiendo de las condiciones y características del terreno bajo estudio.

Primeramente se procedió a calcular el valor para el IAVIE, para lo cual se partió de obtener una lista de las estaciones climatológicas que están dentro de la superficie delimitada para el SA, de esta lista se obtuvieron las coordenadas y los días de lluvia en cada una, estos datos se exportaron al programa ArcGis © para realizar el análisis dentro de la función **3D Analyst Tool – Raster Interpolation –IDW** que realiza una interpolación mediante la técnica de la distancia inversa y se genera un raster llamado **PREC** en el cual se indica cual es la superficie que abarca cada estación meteorológica, posteriormente, mediante la función de **Spatial Analyst Tools- Map Algebra -Raster Calculator** se aplicó la ecuación para obtener el valor del **PECRE= 0.2408 (PREC)-0.0000372 (PREC)<sup>2</sup> -33.1019** y finalmente con la misma función se aplica la ecuación para calcular el **IAVIE = 160.8252-0.7660 (PECRE)** obteniendo el siguiente resultado:

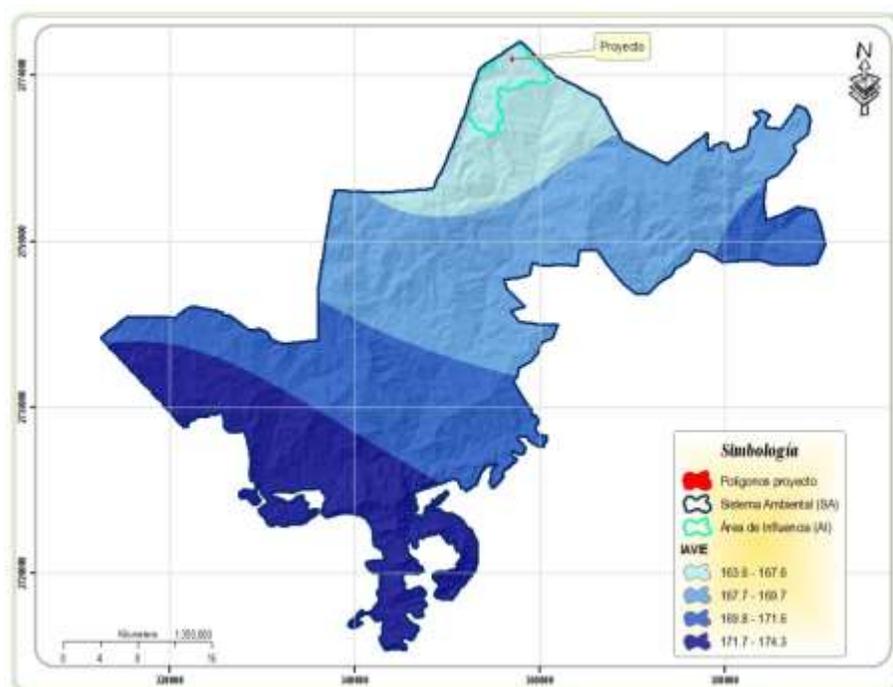


Figura IV-19. Distribución del valor del índice de agresividad del viento (IAVIE)

Para obtener el valor de la calificación de textura y fase del suelo (CATEX), se utilizó la carta edafológica serie II escala 1: 250 000 editada por INEGI en 2014, a cada tipo de suelo se le agregó una clasificación en base a los siguientes criterios:

Cuadro IV-19. Valores para los criterios del CATEX en suelos No Calcáreos

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.50	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

Cuadro IV-20. Valores para los criterios del CATEX en suelos Calcáreos

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.50	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o gravosa

Con los datos obtenidos de la clasificación de suelo se procede a realizar el raster mediante la función **Conversion Tools – To Raster – Polygon To Raster**, utilizando la columna de la clasificación anterior y se obtuvo el siguiente resultado:

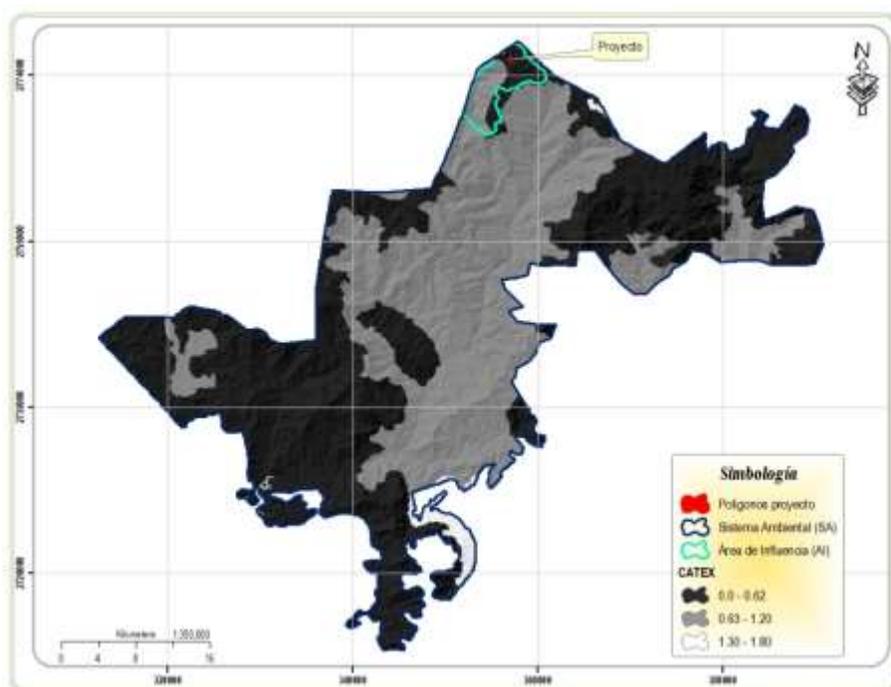


Figura IV-20. Calificación de la textura y fase del suelo (CATEX)

En el caso de la calificación por el uso de suelo (CAUSO), se utilizó la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1: 250 000 editada por INEGI en 2017, se realizó el recorte del tipo de vegetación en base al sistema ambiental y se clasificó por tipo de vegetación en base a los siguientes criterios:

Cuadro IV-21. Valores de CAUSO por tipo de vegetación

Uso de suelo	CAUSO
Agricultura de temporal, Chinampa, Nopalera.	0.70
Predio baldío, Sitio de extracción, Zona sin vegetación aparente.	0.50
Matorral, Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Pastizal, Barranca.	0.30
Pastizal de alta montaña, Zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, Zona mixta de pastizal y bosque de pino	0.25
Bosque de encino perturbado, bosque de oyamel perturbado, Bosque de pino perturbado, Bosque inducido, Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino) perturbado, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado.	0.21
Agricultura de riego, Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino), Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino).	0.20
Zona mixta de matorral con pinar.	0.16
Humedal, Zona inundable.	0.05
Asentamiento humano, Cuerpo de agua, Infraestructura, Vialidad, Zona de crecimiento urbana, Zona urbana.	0.00

Dentro del programa Arc Map y siguiendo la misma metodología que para el CATEX, se obtuvo el siguiente raster:

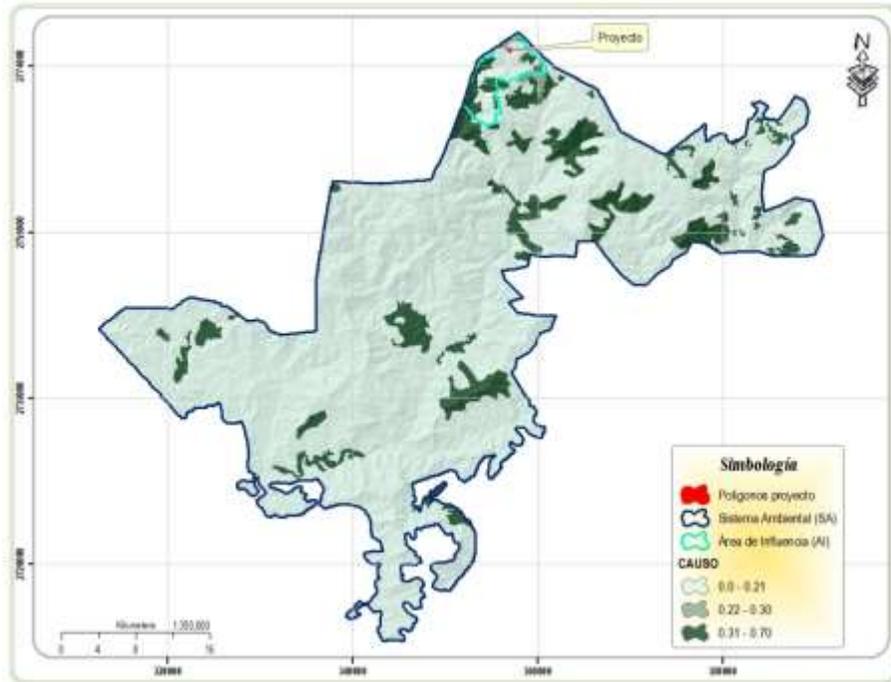


Figura IV-21. Calificación por uso de suelo (CAUSO)

Finalmente se realizó una interpolación de los raster aplicando la ecuación propuesta por la SEDUE, con ayuda de ArcMap mediante la función **Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator**, donde se multiplicaron los tres rasters obtenidos anteriormente con lo cual se obtuvo la distribución de la erosión eólica del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, el resultado es el siguiente:

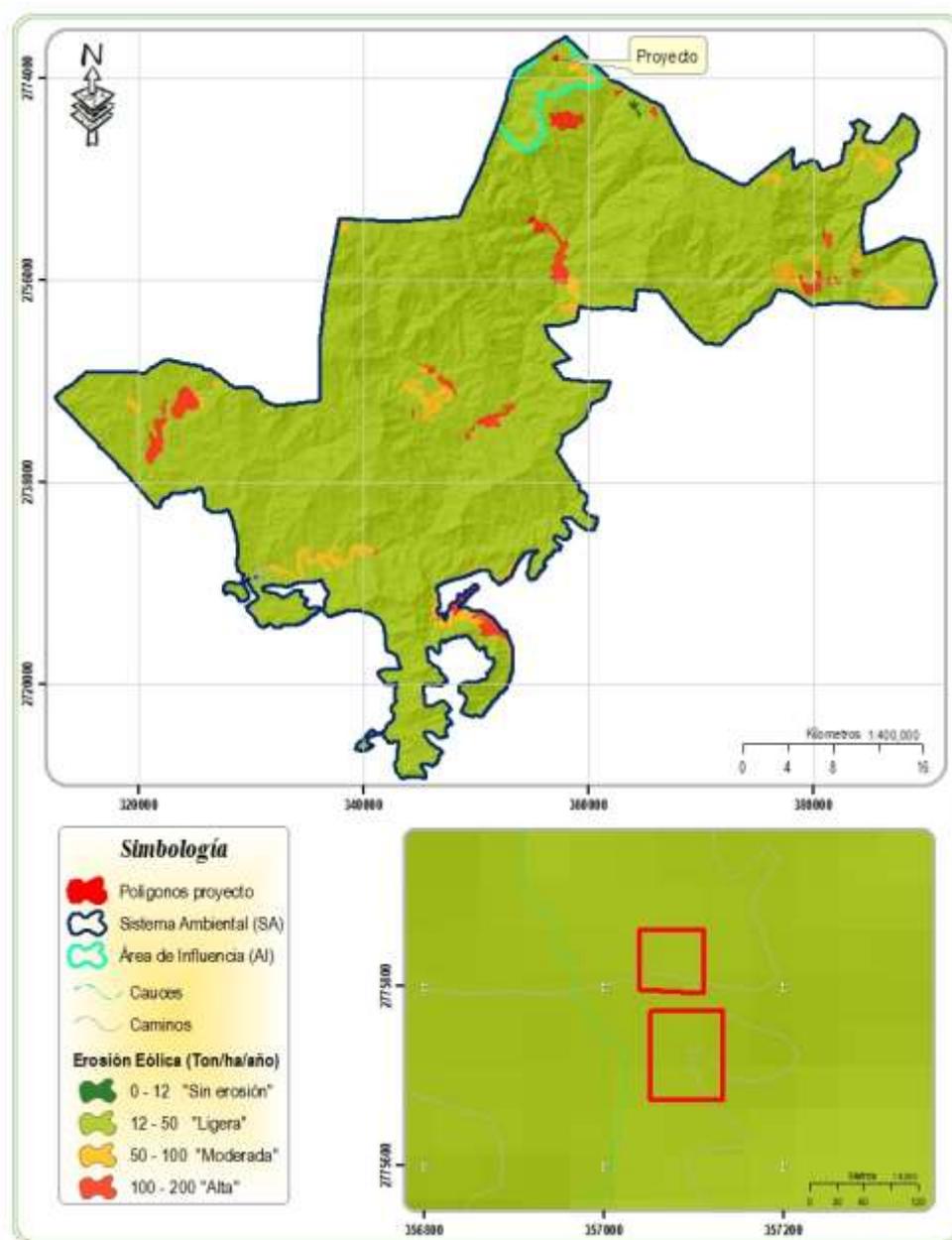


Figura IV-22. Erosión eólica dentro del sistema ambiental, área de influencia y Proyecto

Como se puede observar a nivel del sistema ambiental existen áreas en donde la erosión es muy alta, aunque son muy pocas áreas considerando la superficie que abarca el SA, la mayor parte de la superficie presenta una erosión "ligera", pues se encuentra en rangos de entre 12 y 50 ton/ha/año. Dentro del área de influencia la erosión mayormente también se encuentra dentro de la categoría "ligera" a excepción de la parte que abarca el poblado de Ciénega de Nuestra señora el cual se clasifica dentro de la categoría "Sin erosión", específicamente, el área del proyecto presenta una erosión "Ligera" lo cual puede deberse a que el sitio presenta poca pendiente y está cubierto por vegetación, por lo que durante el desarrollo del proyecto se realizaran obras de restauración en áreas aledañas, como el acomodo de material vegetal muerto en áreas con poca cobertura vegetal para promover la generación de materia orgánica con lo cual se pueda proteger el suelo.

De manera particular y para tener un valor medible sobre la erosión eólica que se genera actualmente y la que se podría llegar a generar con el desarrollo del proyecto, se realizó el cálculo de erosión eólica dentro del área del

proyecto, el procedimiento se realizó en Excel y se utilizó la misma metodología empleada para la generación de la cartografía y que implica la siguiente ecuación:

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

#### Caculo del factor IAVIE.

Inicialmente se deberá determinar el valor de PRECE, el cual se define como el número de días con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual), que para este caso en específico corresponde únicamente a la localizada en EL Cantil, Santiago Papasquiari, Dgo., la cual reporta una media anual de **133 días**, lo anterior se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Por lo que nuestros valores son los siguientes:

$$PECRE = 0.2408 (93.3) - 0.0000372 (133)^2 - 33.1019 = -1.964$$

$$PECRE = -$$

#### Caculo del factor IAVIE.

La determinación del factor IAVIE, el cual se determina como el Índice de Agresividad del Viento, se calcula con la fórmula  $IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$ , donde PECRE se define como el periodo de crecimiento:

$$IAVIE = 160.8252 - (0.7660 * -1.734) = 162.33$$

$$IAVIE = 162.33$$

#### Cálculo del factor CATEX.

El tipo de suelo es LVhuum+UMsklep/2, el cual es un suelo no calcáreo de textura media sin fase, al cual le corresponde un valor de **1.25**, según el Cuadro IV-19

#### Cálculo del factor CAUSO

EL tipo de vegetación del sitio corresponde a **bosque de pino**, por lo que de acuerdo al Cuadro IV-21 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el valor del CAUSO es **0.20**.

Por lo tanto, haciendo el cálculo de la erosión eólica dentro del área del proyecto sin la ejecución de este, se obtienen los siguientes resultados:

PREC	132	Número de días con lluvia (media anual)
PRECE	-1.964	Periodo de Crecimiento
IAVIE	162.33	Índice de Agresividad del Viento
CATEX	1.25	Capa de textura y Fase de Suelos
CAUSO	0.20	Calificación de Uso de Suelo
<b>Ee</b>	<b>40.58</b>	<b>Erosión Eólica en Ton/ha/año</b>

Mientras que una vez que se realice el proyecto la erosión aumentara a **60.87 ton/ha/año** pues el tipo de vegetación será un bosque perturbado.

PECRE	-1.964	Número de días con lluvia (media anual)
IAVIE	162.33	Índice de Agresividad del Viento
CATEX	1.25	Capa de textura y Fase de Suelos
CAUSO	0.3	Calificación de Uso de Suelo
<b>Ee</b>	<b>60.87</b>	<b>Erosión Eólica en Ton/ha/año</b>
CUS	1.287	Superficie del proyecto

<b>Eep</b>	<b>78.34</b>	<b>Erosión Eólica con Proyecto Ton/Año</b>
Taza de erosión (años)	1	Años
<b>Eep total</b>	<b>78.34</b>	<b>Toneladas</b>

Considerando la superficie del proyecto tenemos que se perderán **60.87 ton/año** por lo que, tomando en cuenta que el cambio de uso de suelo tomará 1 año en llevarse a cabo, la erosión total será de **78.34 ton** en la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.

Cuadro IV-22. Parámetros de erosión eólica

Categoría	Valor en Ton /ha/ año
Sin erosión	< igual a 12
Ligera	12 - 50
Moderada	50 - 100
Alta	100 - 200

De acuerdo a la tabla anterior, la erosión eólica dentro de la superficie de CUS se clasifica como **sin erosión**, mientras que una vez realizado el proyecto se presentara una **erosión moderada**, pues la mayor parte de la superficie (1.287 ha) el suelo permanecerá descubierto mientras se construyen las obras, por lo que, con las medidas de mantenimiento se evitará que se pierda el suelo en las áreas desprovistas de vegetación durante la operación de las obras, pues estas cubrirán el suelo durante la vida útil del proyecto.

Para mitigar esta pérdida de suelo, se propone el establecimiento de una reforestación con especies arbóreas de la región.

#### IV.2.1.3 Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

##### a) Hidrología superficial

De acuerdo a la clasificación mostrada en la carta de aguas superficiales y subterráneas escala 1:250,000 **G13-07 y G13-10** (INEGI, 1995), el área de influencia ambiental está ubicada dentro del marco hidrográfico que se presenta en el siguiente cuadro:

Nivel	Clave	Nombre
Región hidrológica	10	Sinaloa
Cuenca	B	Rio San Lorenzo
Subcuencas	e	Q. de San Juan
Microcuencas	10-028-01-001	Mesa de Guadalupe

En la siguiente figura se presenta su ubicación dentro del contexto hidrológico:

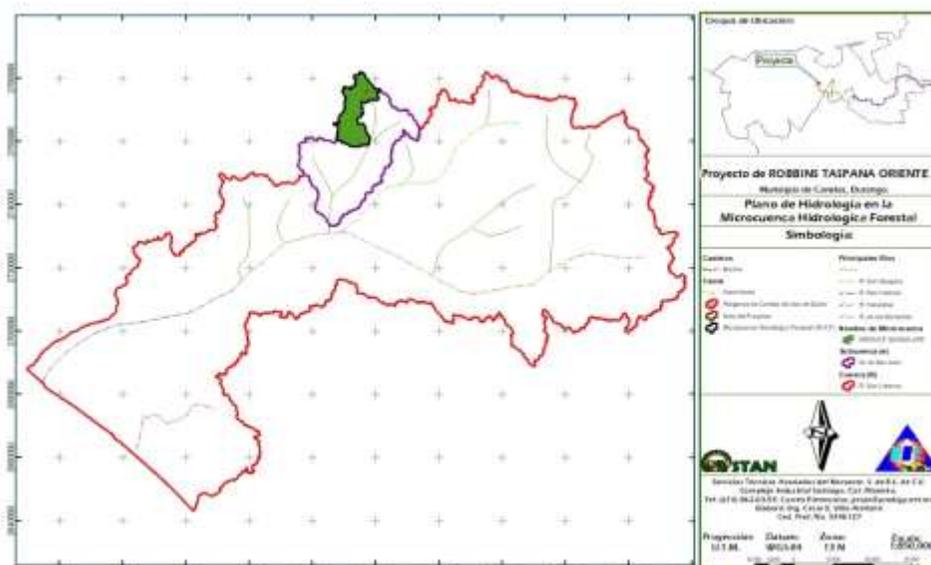


Figura IV-23. Ubicación dentro del sistema hidrológico

Cubre el 85.45% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y norte de la entidad directamente hacia el Océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son (de norte a sur): Estero de Bacarehuis (3.41%), Río Fuerte (11.36%), Bahía Lechuguilla-Chuira-Navachiste (6.93%), Río Sinaloa (15.46%), Río Mocerito (11.9%), Río Culiacán (15.98%), Río San Lorenzo (7.24%) y Río Piaxtla-Río Elota-Río Quelite (13.17%).

Una gran cantidad de escurrimientos torrenciales nacen en la Sierra Madre Occidental, dentro del Estado de Durango, presentan trayectorias de oriente a poniente, como el Arroyo Quebrada de San Juan, el Río de Los Remedios, que a medida que avanza hacia el oeste, se convierte en el Río La Sidra y posteriormente, en el Río Presidio, el Río de las Vueltas, El Río de San Gregorio y el Río de San Juan; los cuales convergen en el Río San Lorenzo y en el Estado de Sinaloa, se incrementa su caudal, con la aportación de arroyos importantes como el de Mesillas, Tecolotes y Tabaco, descargando finalmente en el Golfo de California en la Bahía de Quevedo y hacia el sureste del acuífero, se observan algunos escurrimientos menores, que descargan en la Bahía El Conchal o también denominado Estero Agua Amarga y hacia el suroeste, se encuentra la Bahía Reforma, así como el Estero Las Morenas.

El área del proyecto se encuentra de la zona I de disponibilidad de aguas superficiales según el atlas de aguas de México 2018, aunque no es objetivo del presente proyecto el aprovechamiento de agua.

Específicamente dentro del área de influencia del proyecto los principales escurrimientos son los siguientes:

Cuadro IV-23. Principales escurrimientos en el área del proyecto

Nombre	Tipo	Elevación Media (m)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /seg)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /seg)	Dirección
Arroyo Boca San José	Intermitente	1555	6.86	714.33	1,428.65	W-NE
Arroyo Boca del Infierno	Intermitente	1836	17.65	1,062.53	2,125.05	NW-E
Arroyo El Infiernito	Intermitente	1440	7.62	1,334.46	2,668.93	S-NE
Arroyo del Potrero	Intermitente	1872	5.07	813.9	1,627.80	NE-W
Arroyo San Jeronimo	Intermitente	2255	7.97	497.41	974.82	N-SE
Arroyo Las Cebollitas	Intermitente	2300	26.27	1,204.91	2,409.82	N-SW
Arroyo Taspana	Intermitente	2470	1.74	478.85	957.69	N-S

La calidad del agua dentro de la zona se considera buena de acuerdo a los siguientes parámetros:

Sitio muestreo	La Ciénega
Año	2020
Cuenca	Río San Lorenzo
Cuerpo de Agua	Arroyo EL Carmen
Tipo	Lótico
Subtipo	Arroyo
Demanda de Oxígeno Total (DBO)	< 10
Calidad	Excelente
Solidos suspendidos totales (SST)	20.6
Calidad	Excelente
Coliformes fecales	10
Calidad	Excelente

La ubicación del proyecto dentro del marco hidrológico se presenta en el **Anexo 5e**.

#### b) Hidrología subterránea

Según el Atlas de la CONAGUA (AAM-2018) la importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de esa fecha se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos. El proyecto se encuentra ubicado dentro del acuífero denominado **Río San Lorenzo** y de acuerdo al Atlas de la CONAGUA (AAM-2018), este no se encuentra dentro de los acuíferos sin disponibilidad de agua, así como tampoco dentro de los acuíferos sobreexplotado, por lo que se encuentra dentro de la zona II de disponibilidad de agua subterránea, como se presenta en la siguiente figura:

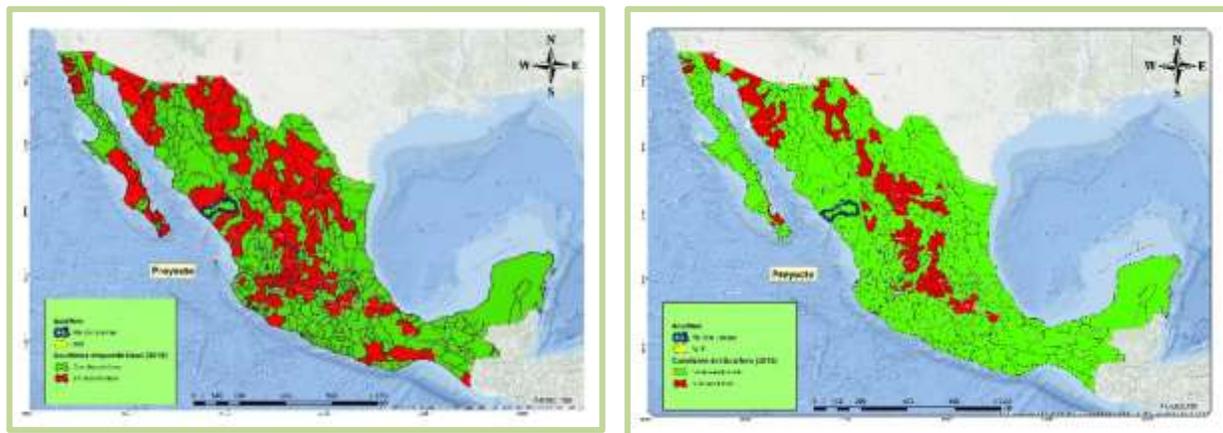


Figura IV-24. Disponibilidad de agua y sobreexplotación de acuíferos (AAM 2018)

Como se mencionó anteriormente, el proyecto se encuentra dentro del acuífero **Río San Lorenzo** con clave 2505 en el Sistema de información geográfica para el manejo del agua subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en Dentro del área que ocupa la unidad hidrogeológica del río San Lorenzo, se localiza el acuífero río San Lorenzo, el cual se ubica en la porción centro del estado de Sinaloa, ocupando la mayor parte de la zona de explotación la planicie costera y se localiza a una distancia de 60 km de la ciudad de Culiacán. Abarca una superficie de 11,822.60 km<sup>2</sup>. En la Figura IV-25, se muestra su ubicación a nivel estatal.

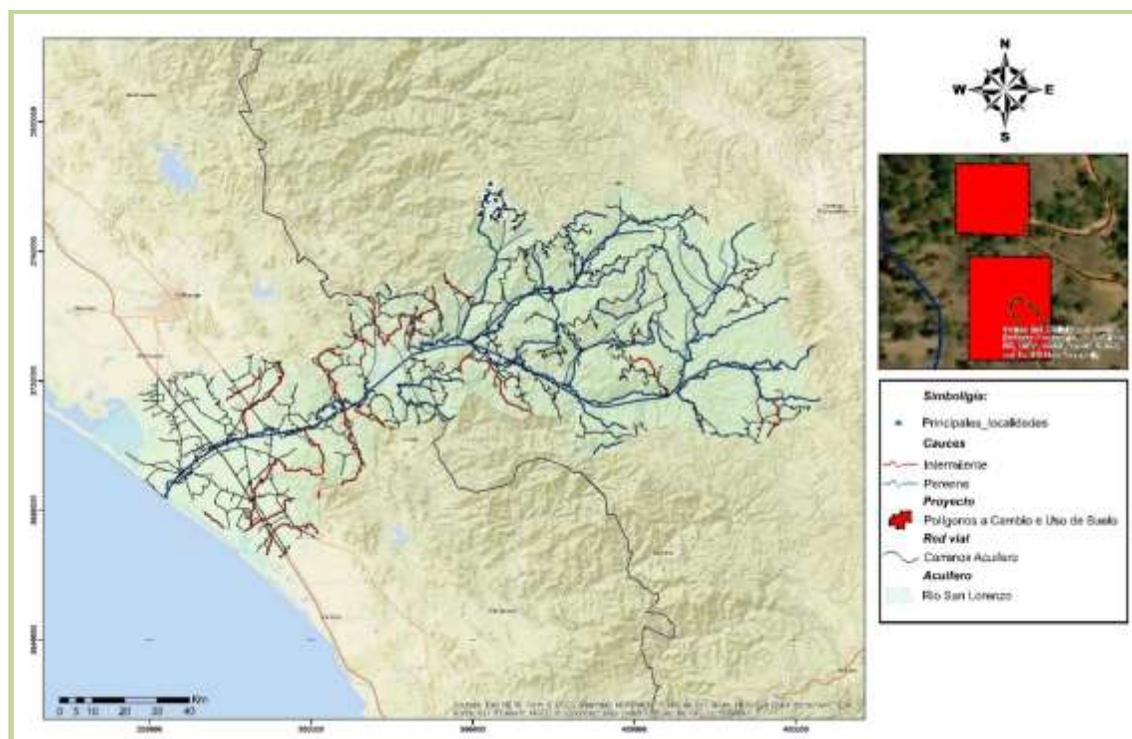


Figura IV-25. Ubicación del proyecto dentro del acuífero

El acuífero Río San Lorenzo pertenece al Organismo de Pacífico Norte. Su territorio se encuentra en acuerdo general, en su porción suroccidental, en la que están vigentes tres decretos de veda: el primero de ellos es el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo en la zona comprendida dentro de los límites del Distrito de Riego de Culiacán, Sin.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 26 de noviembre de 1957; el segundo es el “Decreto que declara de utilidad pública la expropiación de setenta mil hectáreas localizadas en el Valle de Pericos, Sin., para adicionar al Distrito de Riego de Culiacán (2a. publicación)”, publicado en el DOF el 28 de marzo de 1958; y el tercero es el “Decreto por el que se declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego del Río San Lorenzo, en terrenos del Municipio de Culiacán, Sin” publicado en el DOF el 30 de mayo de 1974. Estas vedas se clasifican como tipo II en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

### Profundidad al nivel estático

Los niveles estáticos se encuentran muy someros en la zona estudiada, como puede notarse en los planos donde se ilustran las configuraciones de las profundidades al nivel estático en los meses de junio, agosto y octubre de 1978. En general, su profundidad con respecto a la superficie del terreno es menor de 10 m. En la planicie costera, excepto en la zona de riego por bombeo de la margen izquierda del río San Lorenzo, donde los niveles estáticos se encuentran entre 5 y 35 m de profundidad. Los niveles freáticos están más someros en las inmediaciones de los cauces y sobre todo, en las zonas donde el riego con agua superficial ha ocasionado el ascenso de la superficie freática hasta alcanzar una posición peligrosa para el crecimiento normal de los cultivos, aunque, por otra parte, cabe mencionar que esta situación favorece, en particular, el cultivo de ciertas plantas como el arroz.

En la medición de los niveles del agua realizados en la segunda corrida piezométrica, efectuada durante el mes de noviembre del año de 1999, se registró una profundidad mínima de 1.66 m y una máxima de 6.36 m.

En forma general, se puede considerar que el agua subterránea se encuentra muy somera en las porciones media y baja del valle; los niveles estáticos se presentan a profundidades menores de 6 m y afloran prácticamente en las proximidades del litoral, así como en los cauces del río San Lorenzo. Hacia el borde superior de la planicie, la profundidad de los niveles del agua crece gradualmente, conforme aumenta la elevación topográfica.

### **Elevación del nivel estático**

Las configuraciones de los niveles estáticos correspondientes a los meses de junio, agosto y octubre de 1978. Puesto que la explotación del acuífero de la planicie es poco significativa, esta configuración revela el esquema natural del flujo subterráneo; únicamente en la margen izquierda del río San Lorenzo el desarrollo agrícola ha modificado dicho esquema, específicamente puede notarse lo siguiente: La elevación de los niveles estáticos decrece desde valores de unos 200 msnm en las estribaciones de la sierra, hasta valores entre 0 y 10 msnm en las proximidades del litoral, localmente, en la margen izquierda del río San Lorenzo, se registran elevaciones negativas hasta de 4 m bajo el nivel del mar a causa del bombeo de los pozos. La dirección predominante del flujo subterráneo es de oriente a poniente, esto es, de la sierra hacia el litoral.

El río San Lorenzo se comporta como efluente (drenes) en las estribaciones de la sierra; por el contrario, en la planicie costera se comporta como influente, es decir, aporta agua al subsuelo. La operación de los pozos concentrados en la margen izquierda del río San Lorenzo ha originado una depresión de los niveles estáticos, hacia la cual converge el flujo localmente, interceptándose en consecuencia la descarga subterránea que originalmente tenía lugar al mar; aunque dichos niveles presentan aquí notables fluctuaciones, algunos de ellos se encuentran permanentemente bajo el nivel del mar. A pesar de que los pozos se encuentran bastante alejados entre sí, el conjunto de datos piezométricos sugiere que existe circulación subterránea de agua en las estribaciones de la sierra. Probablemente, aunque el macizo montañoso es prácticamente impermeable, su cobertura alterada debe de tener cierta porosidad y permeabilidad reducidas, permitiendo la circulación del agua infiltrada; también es probable que esta circulación tenga lugar en forma preferencial a lo largo de los estrechos subálveos de los arroyos.

El gradiente hidráulico varía entre 1 y 15 m, siendo mucho mayor en la zona montañosa que en la planicie, lo cual significa que la transmisividad del relleno de esta es notablemente mayor que la de las rocas expuestas en las estribaciones de la sierra. En la margen izquierda del río San Lorenzo, entre el cauce de este y el área donde están concentrados los pozos, se aprecia un domo piezométrico originado por retornos de riego e infiltración en el cauce. De acuerdo con los resultados obtenidos en la segunda piezometría del año 1999, se calculó que la elevación de los niveles estáticos, variaron de 9.95 m a 30.33 m en la zona de balance. La configuración de la elevación de los niveles estáticos, indican la existencia de un gradiente hidráulico constante, que permite establecer un flujo subterráneo bien definido, que favorece al acuífero para que este descargue directamente hacia el mar.

### **Entradas de agua**

La recarga natural del acuífero de la planicie tiene lugar a lo largo del cauce, siendo especialmente notable la influencia del río San Lorenzo. Además, los escurrimientos transitorios que bajan de las montañas se infiltran parcialmente en la cobertura alterada, generando el flujo subterráneo que alimenta a la planicie por el frente de la sierra. En las áreas agrícolas la recarga generada por retornos de riego e infiltración en canales constituyen una recarga "artificial", aunque la mayor parte de ella vuelve a la superficie a través del sistema de drenaje, por lo que no se le considera como una recarga efectiva.

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 335.0 hm<sup>3</sup>/año,

### **Descargas**

El acuífero descarga subterráneamente al Golfo de California a lo largo del litoral y, en menor medida, a lo largo de algunos tramos de los cauces principales. La descarga artificial del acuífero, representada por el bombeo de los pozos, reviste su mayor importancia para el uso agrícola en total, su volumen de extracción, la cual se registra principalmente sobre el río San Lorenzo. La extracción de los pozos para agua potable es del orden de 5.9 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/año; y los de uso industrial de 1.3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> /año. La extracción de las captaciones diseminadas en el resto de la zona en cuestión es poco considerable, pues la mayoría de ellos son norias poco profundas operadas manualmente o equipadas con bombas de pequeña capacidad. Entre los acuíferos Culiacán y San Lorenzo, la explotación es poco significativa, excepto en una pequeña porción de la margen izquierda del río San Lorenzo. Por consiguiente, la recarga y la descarga del acuífero están todavía en equilibrio natural, solo alterado localmente por efectos del desarrollo agrícola. El volumen de agua extraído de este acuífero por las captaciones es del orden de 23 millones de m<sup>3</sup> /año, el flujo subterráneo, por

su parte, que descarga al mar a través de la faja costera comprendida entre los ríos Culiacán y San Lorenzo, se dedujo aplicando la ley de Darcy a la sección señalada, resultando ser de unos 26.7 millones de m<sup>3</sup>/año.

#### **Disponibilidad de agua**

En base a los datos de entradas y salidas del flujo de agua dentro del acuífero, se obtiene una disponibilidad de un valor de 15, 718,170 m<sup>3</sup> anuales

El presente proyecto no contempla la extracción de agua, aunque durante la excavación se podrían generar escurrimientos, los cuales serán recuperados en los cárcamos propuestos para reciclar dicha agua y reutilizarla dentro de las mismas áreas de trabajo. Los requerimientos de agua solo son para consumo del personal, misma que será obtenida de forma embotellada.

#### **IV.2.1.3.1 Balance hídrico**

La calidad del agua no se verá afectada por el desarrollo del proyecto, puesto que no se utilizaran sustancias tóxicas durante el desarrollo, sin embargo, si se afectara la cantidad de agua que se filtrara al suelo, pues al no haber vegetación, los escurrimientos se irán con mayor facilidad hacia los cauces en las partes bajas del sitio, evitando que el agua tenga tiempo de filtrarse, así mismo, al no haber una cubierta vegetal, el sol pegara directamente al suelo evaporando la poca agua filtrada, por lo que habrá menor agua para el subsuelo y se disminuirá su capacidad productiva.

Para evaluar la cantidad de agua infiltrada, se realizó la metodología del balance hídrico, propuesto en la *NOM-011-CNA-2015* en su forma reducida:

$$\text{Infiltración} = P - ERT - Ve$$

Donde;

*P*= precipitación (m<sup>3</sup>/año),

*ERT*= evapotranspiración (m<sup>3</sup>/año) y,

*Ve*= escurrimiento superficial (m<sup>3</sup>/año).

##### ➤ **Precipitación**

Se denomina precipitación a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.), sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001).

El valor de la precipitación media anual que se utilizó para el cálculo del balance hidrológico fue obtenido de la estación climatológica más cercana al proyecto, misma que se localiza en el poblado Vascogil, Canelas, Dgo cuyo valor corresponde a **1387 mm**.

##### ➤ **Evapotranspiración**

La evapotranspiración se define como el vínculo de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La evaporación es el proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido a un estado gaseoso. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera, toman agua del suelo a través de sus raíces, una parte es para su nutrición y el resto lo transpiran. Dado que al realizar la medición independiente de dichos procesos es difícil, y en la mayor parte de los estudios el interés es estimar la cantidad de agua que se pierde a la atmósfera; estos se calculan conjuntamente bajo el término de evapotranspiración. Actualmente existen numerosas fórmulas teóricas o semi-empíricas y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos.

Para estimar la evapotranspiración en el área del proyecto se utilizó la fórmula de Turc que requiere datos de precipitación y temperatura, cuya expresión es la siguiente:

$$ERT = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Donde;

*ERT*: evapotranspiración real (mm/año), *P*: precipitación media anual (m/año), *L*:  $300+25t+0.05t^3$ , y *t*: temperatura media anual (°C).

Los resultados para el cálculo de la evapotranspiración se presentan a continuación:

$$L = 300 + 25 * 11.5 + 0.05 * 11.5^3 = 663.54$$

$$ERT = \frac{1387}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{1387}{663.54}\right)^2}} = 604.23 \text{ mm/año}$$

Por lo tanto, la evapotranspiración real total es de 604.23 mm/año o el equivalente a 0.60 m/año

#### ➤ **Escurrimiento superficial**

El escurrimiento es definido como la cantidad de agua que fluye en una superficie dada en m<sup>3</sup>/seg. a través de los canales hacia las corrientes mayores (Sánchez *et al.*, 2007). Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y la infiltración. El volumen escurrido por este concepto aparece en un hidrograma después de haber satisfecho las demandas iniciales de intercepción, infiltración, y almacenamiento en depresiones naturales (Becerra, 1999).

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para estimar el volumen de escurrimiento medio en el área del proyecto se utilizó la metodología propuesta en la *NOM-011-CNA-2015*, el cual es un método indirecto que tiene la siguiente expresión:

$$Ve = P * A * Ce$$

Donde;

*Ve* = volumen anual de escurrimiento natural (m<sup>3</sup>),

*P* = precipitación anual (m),

*A* = área (m<sup>2</sup>) y

*Ce* = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

#### **Coeficiente de escurrimiento (*Ce*)**

El cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y uso de suelo, así como el volumen de precipitación anual del área del proyecto.

Entonces, el coeficiente de escurrimiento anual (*Ce*) se calcula en base a los siguientes supuestos:

Si *K* resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000$$

Si *K* es mayor que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000 + (K - 0.15)/1.5$$

El tipo de suelo, se determinó en base a la carta de edafología serie II escala 1: 250 000 (INEGI, 2014), encontrando los siguientes resultados:

Cuadro IV-24. Clasificación del tipo de suelo

Característica	Tipo de suelo	Proyecto	
		Superficie (m <sup>2</sup> )	%
Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos	B	12,870.0	100.0
	Total	12,870.0	

Para los valores de **K** se utilizaron los siguientes criterios:

Cuadro IV-25. Valores de K en función del uso y tipo de suelo

Uso de suelo	Tipo de suelo			Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C		A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3	<b>Bosque</b>			
<b>Cultivos</b>				Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
En hilera	0.24	0.27	0.3	Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3	Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3	Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
<b>Pastizal (% del suelo cubierto o pastoreo)</b>				Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Más del 75% (poco)	0.14	0.2	0.28	Caminos	0.27	0.3	0.33
Del 50 al 75% (regular)	0.2	0.24	0.3	Pradera permanente	0.18	0.24	0.3
Menos del 50% (excesivo)	0.24	0.28	0.3				

Por lo tanto, el valor de **K** resulta de ponderar la superficie que le corresponde a cada tipo y uso de suelo con los valores de **K** asignados a cada unidad, como se muestra en el cuadro siguiente cuadro:

Cuadro IV-26. Valor de K para la superficie del proyecto

Uso de suelo y vegetación	Tipo de suelo	Superficie proyecto (ha)	K
Áreas desprovistas de vegetación	B	NP	NP
BP	B	1.287	0.24
<b>K ponderado</b>			<b>0.24</b>

De los cálculos anteriores, se puede establecer que el valor de **Ce** y **Vm** es el siguiente:

Coefficiente de escurrimiento ( <b>Ce</b> )	<b>0.030</b>
<b>Volumen medio anual (Vm)</b>	538.49

Siguiendo la metodología para el cálculo del balance hídrico según la NOM-011-CNA-2015, donde establece que el balance hídrico está determinado por la diferencia entre la precipitación, la evapotranspiración y el escurrimiento, se obtuvo el siguiente resultado:

Cuadro IV-27. Balance hídrico para el área del proyecto

Variable	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%
Precipitación	17,850.69	100.0
Evapotranspiración	7,776.38	43.6
Escurrimiento	538.49	3.0
Infiltración	9,535.81	53.4

Por lo tanto, de los **17,850.69 m<sup>3</sup>/año** que se precipitan, **9,535.81 m<sup>3</sup>** se infiltran, mientras que **538.49 m<sup>3</sup>** se escurren y **7,776.38m<sup>3</sup>** se evaporan al año.

## IV.2.2 Aspectos bióticos

### IV.2.2.1.1 Vegetación

En el SA ambiental la vegetación es muy variable pues presenta diferentes condiciones climáticas y de relieve, mientras que a nivel área de influencia, el tipo de vegetación es menos variado, puesto que el clima y el suelo es similar en toda la zona, en el proyecto el tipo de vegetación corresponde solo a Bosque de pino. Dentro de los tipos de vegetación presentes se pueden mencionar los siguientes:

Cuadro IV-28. Vegetación presente en el SA, AI y proyecto

Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
ADV	ÁREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	314.30	0.19
AH	URBANO CONSTRUIDO	25.44	0.02
<b>BP</b>	<b>BOSQUE DE PINO</b>	<b>26509.89</b>	<b>15.73</b>
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	5288.34	3.14
BQ	BOSQUE DE ENCINO	50709.42	30.09
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	16876.04	10.01
DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	139.49	0.08
H2O	AGUA	182.31	0.11
PI	PASTIZAL INDUCIDO	4072.61	2.42
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	49032.82	29.09
SMS	SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	183.86	0.11
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	7192.73	4.27
VSA/BP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO	530.66	0.31
VSa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	605.11	0.36
VSa/BQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	5027.02	2.98
VSa/BQP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	1859.84	1.10
	<b>TOTAL</b>	<b>168,549.91</b>	<b>100.00</b>

- **Bosque de Pino:** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país. Se desarrolla en climas templado y Semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de los 6 a 28°C. y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1,200 mm. Se localiza desde los 150 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Con una pendiente que va de los 10 a 75%, se les puede encontrar en diferentes exposiciones, pero prefieren las que están orientadas hacia el norte. Estos bosques están dominados por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, son árboles que poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas que presenta. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana* (*P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsoni*, *P. oaxacana*, dentro de las 46 especies citadas para México.
- **Bosque de Pino-Encino:** Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se desarrollan en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); pero con dominancia de las primeras. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino escobetón (*P. devoniana* (*P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino, *P. duranguensis*,

*P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino cucharo (*Q. urbanii*), encino colorado (*Q. castanea*) y encino prieto (*Q. laeta*).

- **Bosque de Encino:** Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800 m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucooides* y *Q. scytophylla*. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.
- **Bosque de Encino-Pino:** Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2,500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2,800 m,. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus* spp.), y en menor proporción de pinos (*Pinus* spp.). Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), *Q. scytophylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana* (*P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, y *P. oaxacana*.
- **Pastizal inducido:** 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 géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.
- **Selva Baja Caducifolia:** Comunidades arbóreas de origen tropical que crecen en lugares con precipitación estacional y cuyos componentes vegetales pierden las hojas del 50% al 75% durante la época seca del año. Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.
- **Selva Media Subcaducifolia:** selva mediana subcaducifolia es muy parecida en apariencia a la selva alta perennifolia, de la que se diferencia porque una alta proporción de los árboles (del 25 al 75%) pierden las hojas durante la época seca. Se distinguen varios estratos. Se establece desde el nivel del mar hasta los 1300 m de altura o un poco más, a una temperatura media anual entre los 20°C y 28°C. La precipitación regularmente oscila entre 1000 mm y 1600 mm, con una temporada de sequía de 5 a 7 meses de duración.
- **Agricultura de temporal anual:** Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

- **Vegetación secundaria:** Comunidades de vegetación que surge después de un disturbio o cambio modificando la estructura y composición florística de la comunidad, dependiendo de las formas de vida y las alturas presentes, así como la composición de especies se pueden clasificar como: Vegetación secundaria arbustiva o Vegetación secundaria arbórea y el grupo de especies de mayor presencia.

Específicamente dentro de los límites del proyecto la vegetación predominante corresponde a **bosque de pino (Anexo 3c)**, para identificar las especies presentes dentro del área del proyecto, se realizó un Censo total. Las especies encontradas durante los recorridos de campo son las siguientes:

Cuadro IV-29. Vegetación presente a nivel proyecto

Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos
Arbóreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile o Aliso	23
	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	112
	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino	9
	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	122
	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino	1
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	1
	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino	27
<b>Subtotal</b>			<b>295</b>
Arbustivo	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	5
	<i>Buddleja parviflora</i>	Tepozan	26
	<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla	97
	<i>Minthostachys mollis</i>	Poleo	368
	<i>Montanoa grandiflora</i>	Tacote	196
<b>Subtotal</b>			<b>692</b>
Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate Pajon	10
	<i>Artemisia ludoviciana ssp mexicana</i>	Estafiate	25
	<i>Complejo Rubus fruticosus</i>	Zarzamora	1
	<i>Fragaria Vesca</i>	Fresa Silvestre	35
	<i>Ipomoea nil</i>	flor Morada	4
	<i>Polygala paniculata</i>	Escobilla China	17
<b>Subtotal</b>			<b>92</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1,079</b>

#### IV.2.2.1.1 Especies de importancia económica

Se consideran especies de importancia económica a las especies vegetales de las que el hombre depende para satisfacer sus diversas necesidades como son su desarrollo biológico, científico, cultural y consecuentemente económico. En este caso, las especies de importancia económica se han clasificado en dos categorías: maderables y no maderables.

Las especies maderables que destacan para el aprovechamiento forestal son: *Juniperus deppeana*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus duranguensis*, *Pinus douglasiana*, *Quercus sideroxyla*, *Quercus rugosa*, *Arbutus xalapensis*. Así mismo, en los bosques de la región, existen plantas silvestres que se utilizan como comestibles, medicinales, ornamentales, y forrajeras, además de las maderables, tratadas en el punto anterior.

#### IV.2.2.1.1.2 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las especies registradas en el sitio fueron cotejadas con el listado de las especies con algún status de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y No se encontraron especies en dicha norma, pero si se llegara a requerir se aplicarán las medidas para su protección.

### IV.2.2.1.2 Fauna

A nivel **AI** se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual **NO** se verá afectada por las actividades propias del cambio de uso de suelo ya que normalmente la fauna ha sido desplazada de su hábitat en la zona del proyecto, pues existe la actividad minera desde hace años, además de que el poblado Cebollas está muy cerca del área, por lo que hay mayor tráfico de vehículos y mayor ruido por las actividades cotidianas, por lo que la fauna prefiere habitar lugares más alejados y tranquilos.

La fauna reportada para esta zona es la siguiente:

#### IV.2.2.1.2.1 Aves

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
<i>Cathartidae</i>	<i>Coragyps</i>	<i>Atratus</i>	Zopilote	Distribución Amplia	Juegan un papel importante en el ecosistema al eliminar la carroña que de no ser eliminada sería terreno fértil para enfermedades.	NI
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo</i>	<i>albonotatus</i>	Aguilucho negro	Desde el sur de Estados Unidos hasta Bolivia, Paraguay y Brasil. Campos abiertos y cerca de los ríos y lagos.	Controlador de las poblaciones de mamíferos y pequeños reptiles.	Pr
<i>Accipitridae</i>	<i>Circus</i>	<i>Cyaneus</i>	Gavilán rastreo	Casi todos los tipos de vegetación, aunque es poco común en bosques densos. Todo México.	Son indicadores de la calidad del hábitat, ya que son sensibles a los cambios drásticos que se dan por el pastoreo excesivo, contaminación por pesticidas y desecación de humedales	NI
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes</i>	<i>Aura</i>	Aura	Distribución Amplia	Su importancia ecológica es muy relevante ya que son los encargados de la limpieza del ecosistema, gracias a que se alimentan principalmente de carroña, evitando la proliferación de enfermedades que resultarían mortales para los humanos y otros animales.	NI
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida</i>	<i>Macroura</i>	Paloma Huiłota	Bosques de Pino-Encino, Distribución amplia	Especies de importancia económica. Son dispersoras de semilla.	NI
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida</i>	<i>Asiática</i>	Paloma alas blancas	Matorrales, bosques y desiertos. Distribución amplia	Especies de importancia económica. Son dispersoras de semilla.	NI
<i>Columbidae</i>	<i>Columbina</i>	<i>Inca</i>	Tortolita mexicana Coquita común	Distribución amplia. Matorrales y Bosque degradado.	Dispersora de semillas.	NI
<i>Cuculidae</i>	<i>Geococcyx</i>	<i>californianus</i>	Correcaminos	Norte de México excepto en elevaciones de más de 2,700 msnm.	Por su alimentación, es controladora de plagas de insectos y algunos roedores, además son dispersores de semilla.	NI
<i>Falconidae</i>	<i>Falco</i>	<i>peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Distribución amplia Excepto regiones polares	Al ser depredadores cumplen una función muy importante al controlar las poblaciones de sus presas.	Pr
<i>Meleagrididae</i>	<i>Meleagris</i>	<i>Gallopavo</i>	Pavo salvaje	Bosque de Pino – Encino	Son indicadores del cambio de hábitat, puesto que son muy susceptibles a cualquier cambio de clima o vegetación. Es una de las especies de mayor importancia cinegética.	NI
<i>Corvidae</i>	<i>Corvux</i>	<i>Corax</i>	Cuervo	Distribución Amplia	Se alimentan de la carroña. Esto ayuda a la descomposición de materia orgánica y las bacterias, así no continúan siendo tóxicas o peligrosas para el medio ambiente.	NI
<i>Corvidae</i>	<i>Cyanocitta</i>	<i>Stelleri</i>	Urraca	Bosques de coníferas, pinos y robles.	Se alimenta de semillas de pino, bellotas y frutos secos, así como insectos. Por lo tanto son dispersores de semillas y controlan las poblaciones de insectos.	NI

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
Odontophoridae	<i>Callipepla</i>	<i>squamata</i>	Codomiz	Zonas áridas y semiáridas del Norte y Centro de México	Es fuente potencial de alimento para aves rapaces. Por sus hábitos alimenticios es dispersora de semilla.	NI
Odontophoridae	<i>Cyrtonix</i>	<i>montezumae</i>	Codomiz arlequin	Distribución amplia. Bosque abierto de encino, pino-encino y Juniperus	Es fuente potencial de alimento para aves rapaces. Por sus hábitos alimenticios es dispersora de semilla.	Pr
Passeridae	<i>Passer</i>	<i>Domesticus</i>	Gorrion común	Distribución Amplia	Son parte de la dieta de otras aves como lechuzas, gavilanes, halcones, etc.	NI
Passerellidae	<i>Oriturus</i>	<i>superciliosus</i>	Gorrion de anteojos	Endémica de México. Pastizales y bosque de pino.	Dispersores de semilla.	NI
Passerellidae	<i>Melospiza</i>	<i>Fusca</i>	Rascador viejita	Se distribuye desde el sur de Estados Unidos, hacia México (Oaxaca). Habita en lugares secos y templados, en desiertos, matorrales y bosques de montaña donde existen arbustos u hojarasca.	Se alimenta de semillas e insectos y puede formar pequeños grupos alimenticios. Son dispersores de semilla y controladores de poblaciones de insectos.	NI
Passerellidae	<i>Atlapetes</i>	<i>Pileatus</i>	Rascador corona castaña	Habita en bosques de pino y de pino-encino. Altiplanos de México.	Dispersores de semilla y controladores de plagas de insectos.	NI
Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>Cafer</i>	Carpintero	Bosques abiertos, parcelas con árboles, arboledas, pueblos, campo semiabierto.	Dispersores de semilla y controladores de plagas de insectos.	NI
Sittidae	<i>Sitta</i>	<i>Pygmaea</i>	Bajapalos enano	Centro de México. Bosque de Pino.	Controlador de plagas y dispersor de semillas.	NI
Strigidae	<i>Psiloscopus</i>	<i>Flammeolus</i>	Tecolotito ojos pardos	Se distribuye en los bosques de pino en las tierras altas de Guatemala y México y en los Estados Unidos.	AL alimentarse de insectos grandes, controlan las poblaciones de las especies de las que se alimenta	NI
Trochilidae	<i>Sceloporus</i>	<i>Platycercus</i>	Zumbador garganta roja	Nativa de América del Norte y Guatemala. Praderas y bosques de montañas.	Se alimenta principalmente néctar e insectos. Son agentes polinizadores de una gran cantidad de plantas.	NI
Trochilidae	<i>Selasphorus</i>	<i>Calliope</i>	Colibrí matraquita	Claros de bosques, cañones, generalmente en montañas. Nativa de los Estados Unidos y Canadá y que en invierno llega hasta América Central.	Se alimenta principalmente néctar e insectos. Son agentes polinizadores de una gran cantidad de plantas.	NI
Trogonidae	<i>Trogon</i>	<i>Elegans</i>	Coa cola cobriza	Habita los niveles más bajos de bosques abiertos semi-áridas. México y E.U.	Por sus hábitos alimenticios, controlan las poblaciones de algunos insectos y orugas, además son dispersores de semillas.	NI
Tytonidae	<i>tyto</i>	<i>Alba</i>	Lechuza Común	Distribución amplia	Controlan el crecimiento de roedores.	NI
Tyrannidae	<i>Contopus</i>	<i>Pertinax</i>	Gran tirano Tengo frío común	Es nativo del sur de Norteamérica, América Central y el norte de Sudamérica.	Son controladores de las poblaciones de insectos.	NI

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
				Bosque subtropical y tropical		
<i>Tyrannidae</i>	<i>Empidonax</i>	<i>Wrightii</i>	Mosquero gris	Es común en las regiones áridas del oeste de América del Norte. Habita sobre arbustos, bosque abierto o sotobosque desnudo.	Controlan poblaciones de insectos	NI

## IV.2.2.1.2.2 Anfibios

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
<i>Bufo</i>	<i>Anaxyrus</i>	<i>Punctatus</i>	Sapo	Distribución Amplia	Son indicadores del cambio en los ecosistemas. Dado que ponen sus huevos en el agua al nacer los renacuajos estos se alimentan de plantas y algas ayudando a limpiar los cuerpos de agua. Así mismo se alimentan de una gran variedad de insectos que pueden producir enfermedades por lo que mantienen un control de plagas y enfermedades.	NI
<i>Bufo</i>	<i>Anaxyrus</i>	<i>Mexicanus</i>	Sapo mexicano	Distribución Amplia, bosque templados y ríos	Son indicadores del cambio en los ecosistemas. Dado que ponen sus huevos en el agua al nacer los renacuajos estos se alimentan de plantas y algas ayudando a limpiar los cuerpos de agua. Así mismo se alimentan de una gran variedad de insectos que pueden producir enfermedades por lo que mantienen un control de plagas y enfermedades.	NI
<i>Hyla</i>	<i>Hyla</i>	<i>Arenicolor</i>	Ranita de cañón	Lugares húmedos de bosque de pino y bosque de pino-encino.	Son agentes de control biológico de insectos y a la vez son alimento de otros depredadores	NI

## IV.2.2.1.2.3 Mamíferos

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
<i>Felidae</i>	<i>Lynx</i>	<i>Rufus</i>	Gato montes	Se extiende desde el sur de Canadá hasta el centro de México. Distribución amplia. Evita zonas cultivadas extensas y praderas.	Controlan poblaciones de mamíferos pequeños y aves.	NI
<i>Procyonidae</i>	<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>	Zorrillo listado	Distribución Amplia	Controlan poblaciones de roedores.	NI
<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon</i>	<i>Lotor</i>	Mapache	Distribución Amplia	Es un buen dispersor de semilla, además gracias a sus enzimas gastrointestinales, muchas semillas reblandecen la capa que las rodea por lo que aumenta su capacidad de germinación.	NI
<i>Procyonidae</i>	<i>Canis</i>	<i>Latrans</i>	Coyote	Distribución Amplia	Son controladores de plagas y roedores.	NI
<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	Tlacuache	Distribución Amplia	Son reguladores de las poblaciones de insectos.	NI
<i>Vespertilionidae</i>	<i>Eptesicus</i>	<i>Fuscus</i>	Murciélago moreno	Distribución Amplia	Ayudan a controlar las plagas y son vitales como polinizadores y dispersores de semillas de un sinnúmero de plantas.	NI
<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	Conejo	Distribución Amplia	Tiene una gran importancia ecológica ya que se alimenta de muchas especies de plantas y es alimento para una gran variedad de animales carnívoros. Debido a que tienen	NI

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
					tasas de reproducción muy altas y se adaptan a diferentes ambientes pueden convertirse en especies invasoras.	
Leporidae	Lepus	Callotis	Liebre	Noroeste y centro de México.	Son parte fundamental de la cadena alimenticia como herbívoros, dan equilibrio a los ecosistemas y regulan ciclos poblacionales de carnívoros. Ayudan a la aireación y mezcla de suelo, ayudan a la dispersión de semillas.	NI
Mephitidae	Mephitis	macroura	Zorrillo listado	Amplia distribución. Viven en madrigueras que son cavadas por las hembras y durante el invierno.	Son omnívoros. Pueden ser controladores de ratones, además, al cavar sus madrigueras pueden ayudar en la aireación del suelo.	NI
Geomyidae	Thomomys	umbrinus	Tuza mexicana	Distribución Amplia	Por ser especies que hacen sus madrigueras bajo el suelo, permiten la aireación filtración de agua, por lo que las plantas se desarrollan más fácilmente.	NI
Canidae	Urocyon	Cinereo Argentatus	Zorra	Desde el sur de Canadá hasta Venezuela	Son controladores de roedores	NI
Phyllostomidae	Choeronycteris	mexicana	Murciélago trompudo	Bosque de Pino-Selva Baja Caducifolia	Es polinizador de las plantas que se alimenta y dispersor de algunas semillas como pitahayas ( <i>Lemnaireocereus spp.</i> ) y garambullas ( <i>Myrtillocactus spp.</i> )	A
Sciuridae	Neotamias	Durangae	Chichimoco	Es endémica de México. Bosque templado.	Son considerados especies importantes, ya que al excavar sus madrigueras, introducen la materia orgánica al subsuelo, permiten la aireación e infiltración de agua al suelo, lo cual permite un intercambio de nutrientes.	NI

#### IV.2.2.1.2.4 Reptiles

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
Viperidae	Crotalus	Molossus	Víbora de Cascabel	Distribución Amplia	Por sus hábitos alimenticios, es muy útil para control biológico de roedores y reptiles.	Pr
Phrynosomatidae	Phrynosoma	Cornatum	Lagartija comuda cola redonda	Distribución Amplia	Indican variaciones de temperatura en el ecosistema, pues son muy sensibles a los cambios, controlan las poblaciones de insectos. Y son presa importante de aves rapaces, serpientes y otros animales.	NI
Phrynosomatidae	Phrynosoma	Orbiculare	Lagartija comuda	Endémica de México. Matorrales del altiplano.	Es importante porque es una de las pocas lagartijas del género que habita zonas desérticas y templadas con modo reproductor vivíparo al que se derivó en otros reptiles. Además de ser utilizadas como mascotas.	A
Phrynosomatidae	Urosaurus	Ornatos	Lagartija arbórea	Distribución Amplia	Indican variaciones de temperatura en el ecosistema, pues son muy sensibles a los cambios, controlan las poblaciones de insectos. Y son presa importante de aves rapaces, serpientes y otros animales.	NI

#### IV.2.2.1.2.5 Especies de importancia económica y/o 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 2000. 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.

Para la región en donde se localiza el proyecto no se localizaron UMAS registradas ante la SEMARNAT para el aprovechamiento de alguna especie de fauna silvestre.

Es importante tener en cuenta que en la región se tienen especies con importancia económica o cinegética y aunque no se cuenta con UMAS para su aprovechamiento, la empresa cuenta con una UMA donde crían venado cola blanca.

A nivel regional se puede promover a los propietarios de los predios de la región para que soliciten UMAs para las especies siguientes:

Cuadro IV-30. Especies de importancia cinegética

Nombre Científico	Nombre común	Periodo de aprovechamiento
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Del cuarto viernes de noviembre de 2021 al primer domingo de marzo 2022
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	Del cuarto viernes de noviembre de 2021 al cuarto domingo de enero de 2022
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	Del tercer viernes de octubre de 2021 al primer domingo de febrero de 2022
<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote silvestre	Del cuarto viernes de marzo 2022 al cuarto domingo de mayo de 2022
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Del primer viernes de octubre 2021 al primer domingo de febrero de 2022
<i>Canis Latrans</i>	Coyote	Del primer viernes de octubre de 2021 al primer domingo de marzo de 2022
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Del segundo viernes de octubre de 2021 al primer domingo de febrero de 2022

Fuente: Calendario autorizado por la SEMARNAT Durango 2022-2023

#### IV.2.2.1.2.6 Especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT, 2010, se muestran a continuación en el siguiente cuadro, cabe hacer mención que estas especies están reportadas a nivel regional, pero se hace su respectiva mención a razón de la posibilidad de encontrarse en la zona del proyecto:

Cuadro IV-31. Especies de fauna presentes a nivel regional con algún estatus en la NOM - 059

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DISTRIBUCION Y HABITAT	IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ESTATUS NOM-059
Accipitridae	Buteo	albonotatus	Aguilucho negro	Desde el sur de Estados Unidos hasta Bolivia, Paraguay y Brasil. Campos abiertos y cerca de los ríos y lagos.	Controlador de las poblaciones de mamíferos y pequeños reptiles.	Pr
Falconidae	Falco	peregrinus	Halcón Peregrino	Distribución amplia Excepto regiones polares	Al ser depredadores cumplen una función muy importante al controlar las poblaciones de sus presas.	Pr
Odontophoridae	Cyrtonix	montezumae	Codomiz arlequin	Distribución amplia. Bosque abierto de encino, pino-encino y Junniperus	Es fuente potencial de alimento para aves rapaces. Por sus hábitos alimenticios es dispersora de semilla.	Pr
Phyllostomidae	Choeronycteris	mexicana	Murciélago trompudo	Bosque de Pino-Selva Baja Caducifolia	Es polinizador de las plantas que se alimenta y dispersor de algunas semillas como pitahayas ( <i>Lemnaireocereus</i> spp.) y <i>garambullas</i> ( <i>Myrtillocactus</i> spp)	A
Viperidae	Crotalus	Molusus	Víbora de Cascabel	Distribución Amplia	Por sus hábitos alimenticios, es muy útil para control biológico de roedores y reptiles.	Pr
Phrynosomatidae	Phrynosoma	orbiculare	Lagartija cornuda	Endémica de México. Matorrales del altiplano.	Es importante porque es una de las pocas lagartijas del género que habita zonas desérticas y templadas con modo reproductor vivíparo al que se derivó en otros reptiles. Además de ser utilizadas como mascotas.	A

Cabe mencionar que parte de las especies mencionadas anteriormente son reportadas a nivel regional, sin embargo, pese a que no se encontraron indicios de la presencia de estas especies dentro del sitio del proyecto y de sus alrededores, no se descarta que en alguna época del año estas puedan llegar a estas áreas por lo que se aplicaran las medidas necesarias para su rescate y reubicación en caso de encontrarse, en especial las especies de lento desplazamiento. Por lo que se propone el siguiente programa de rescate y reubicación.

#### **IV.2.2.1.2.7 Programa de rescate y reubicación de fauna reportada en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

##### **1. Objetivos**

Los objetivos que se pretenden lograr con el presente programa son:

- Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna que se encuentra bajo protección o en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT 2010 y su proyecto de modificación publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2015, en el área de influencia del Proyecto de cambio de uso de suelo.
- Realización de un programa de rescate de fauna silvestre de los sitios que se verán afectados, con la finalidad de conservar la biodiversidad de la zona.
- Realizar el rescate y conservación de especies de fauna con valor de importancia ecológica.

##### **IV.2.3 Metas.**

Contar con las técnicas y métodos para la protección y/o rescate de las especies de fauna durante la vida útil del proyecto.

##### **2. Metodología**

###### **Descripción de la especie**

###### **a) *Buteo albonotatus* (Aguilucho negro)**

###### **➤ Descripción**

En ambos sexos el plumaje es casi todo negro excepto las últimas plumas debajo de las alas, tiene unas cortas patas amarillas y un pico amarillo con la punta negra; los ejemplares jóvenes poseen un color más claro.

Su nido lo realiza en los árboles altos, donde construye una plataforma fabricada con palos y juncos. La hembra coloca 2 huevos blancos.

###### **➤ Hábitat**

Habita en montes, sabanas arbustivas, campos abiertos y cerca de ríos y lagunas.

###### **➤ Alimentación**

Se alimenta de pichones de aves, pequeños mamíferos y pequeños reptiles.

###### **b) *Cyrtonix montezumae* (codorniz Pinta).**

###### **➤ Descripción**

Son aves que miden de 17 a 24 cm de largo, lo que las convierte en una de las especies más pequeñas de América. Como el resto de las codornices, la cola es bastante pequeña y la apariencia rechoncha. Pesan unos 180 g. Los machos tienen la cara y cuello de color blanco con negro, un patrón conocido como de arlequín. Tienen una larga cresta color ante que cuelga hacia atrás de la cabeza. La espalda y las plumas de la cubierta de las alas son color ante oscuro con manchas negras claras, y los costados presentan numerosas manchas circulares.

Por el patrón de coloración del cuerpo, se distinguen dos morfos:

- ✓ la forma norteña, con los costados negros con pequeñas manchas circulares blancas, y el pecho y el vientre color marrón oscuro. Propia del norte de México y de los Estados Unidos.
- ✓ la forma sureña, con los costados negros con manchas circulares pardas, y el vientre y el pecho color marrón claro. Propia del sur de México.

Las hembras son pardas y con el patrón facial menos marcado que los machos. Los machos juveniles son similares a las hembras; adoptan pronto el patrón de los lados del adulto, pero el patrón facial lo adquieren hasta principios de invierno.

➤ **Hábitat**

La especie se distribuye en tierras altas desde el sureste de Arizona, suroeste y centro de Nuevo México y oeste de Texas hacia México, desde los estados fronterizos de Sonora a Tamaulipas, hacia el sur, y llegar hasta Oaxaca, está ausente en la Cuenca del Río Balsas.

Su hábitat incluye bosques abiertos, más frecuentemente de Encino, pero también de pino-encino y de *juniperus*, con pastos de al menos 30 cm de alto. Presente en pendientes de colinas y cañones, su hábitat parece estar reduciéndose y fragmentándose.

➤ **Alimentación**

La codorniz arlequín se alimenta de insectos y plantas. En su dieta vegetariana, son particularmente importantes los tubérculos de *Oxalis*, *Cyperus esculentus* y *C. sphaerolepis*. Las aves obtienen los tubérculos excavando con las patas; no se sabe cómo localizan los tubérculos en estaciones en que las plantas no tienen crecimiento aéreo.

➤ **Reproducción**

Los machos empiezan a cantar en febrero o marzo, pero la anidación no comienza sino hasta julio o agosto, que coincide con la temporada de lluvias. El nido es inusual dentro de las especies de codornices: un domo de pasto con una sola entrada. La puesta comprende de 6 a 12 huevos blancos. La incubación, dura 25 días (dos días más que la mayoría de codornices americanas). Al menos en ejemplares en cautiverio, los machos ayudan a construir el nido, a incubar los huevos y a criar a la progenie

**c) *Crotalus molossus* (Vibora de cascabel)**

➤ **Descripción**

*Crotalus molossus* es de forma robusta y de talla grande. Las escamas de la cabeza, cuerpo y cola son quilladas; las escamas de la región dorsal del cuerpo 31 - 27 - 20 en los machos, y de 29 - 27 - 20 en las hembras. El número de escamas caudales en los machos es de 24 y de 21 en las hembras; el número de escamas en la zona ventral es de 172 en los machos y de 158 en las hembras.

El color de la cabeza es verde oscuro, las escamas cantales son negras; posee franjas laterales blancas que se originan de las preoculares a las supralabiales y detrás de las supraoculares a las supralabiales. La región dorsal de cuerpo presenta una coloración verde que va de café (en una hembra adulta) al verde oscuro, principalmente se oscurece en la región ventral del cuerpo; además presenta una serie de parches delineados por escamas blancas y de color de fondo antes descrito, estos parches van seguidos unos con otros a lo largo del cuerpo y en el centro presentan una serie de escamas blancas a manera de una línea corta en el centro de cada parche. En la región dorsal del cuerpo, en algunos casos, el color se desvanece ligeramente a verde claro o amarillo verdoso, y se observan figuras pequeñas de forma romboide de color blanco en ambos costados del cuerpo. La región caudal es verde oscura a negra, y en la hembra adulta, se presenta una coloración café claro con anillos oscuros.

➤ **Hábitat**

Se encuentran en una gran variedad de hábitats, incluyendo bosques de coníferas, camas de corrientes rocosas, en áreas riparias, flujos de lava sobre planicies desérticas y ocasionalmente arroyos en matorrales desérticos.

➤ **Alimentación**

Se alimenta de una gran variedad de tipos de presas tales como vertebrados (ratones, conejos, ardillas y lagartijas).

**d) *Choeronycteris mexicana* (murciélago trompudo)**

➤ **Descripción**

Murciélago filostómido de tamaño medio con pelaje café- grisáceo en el dorso con los hombros y el vientre más pálidos de hasta 7 mm de largo. Las orejas son cortas con las membranas oscuras. Hocico alargado con lengua larga y extensible, la hoja nasal es ancha en la base y terminada en punta de aproximadamente 5 mm de largo (40-50 % del total del cráneo). La cola es corta de aproximadamente 1/3 del largo del uropatagio el cual es desnudo y de la mitad de longitud del fémur. Las medidas externas y craneales en mm son: LT 81-103; LC 6-10; LP 10-13; LO 15-18; LA 43.247.8; longitud máxima del cráneo 29.2-30.4. La fórmula dentaria es i 2/0, c 1/1, p 2/3, m 3/3 = 30; los dientes a excepción de los caninos se encuentran reducidos en tamaño (los incisivos inferiores se encuentran ausentes en los adultos). El peso varía de 10-20 g (Arroyo-Cabrales, et al., 1987).

➤ **Hábitat**

Se presentan en una gran variedad de hábitats, en aquellas partes donde aún existe vegetación abundante con flores, como cañadas profundas en montañas desérticas (Arroyo-Cabrales et. al, 1987). Se le encuentra en climas templados (C) aunque también en climas cálidos (A) y subcálidos (AC), desde los 300 msnm hasta los 2,400 msnm (Arroyo-Cabrales et al., 1987).

➤ **Alimentación**

Nectarívoro y palinívoro principalmente, aunque llegan a consumir frutas y probablemente algunos insectos asociados a las flores que consumen; un análisis estomacal del centro del país incluye granos de polen de pitahayas (*Lemaireocereus* spp.), cazuahates (*Ipomoea* spp.), Ceiba, Agave y garambulla (*Myrtillocactus* spp.) y en Sonora se les encontró frutas de pitahayas y garambullas.

➤ **Reproducción**

Se han registrado hembras preñadas al inicio de la primavera y nacimientos en junio y julio. Se considera monoéstrica a la especie, pero existe la posibilidad de un segundo período de reproducción por el registro de una hembra preñada en Jalisco en septiembre. Los fetos están cubiertos dorsalmente con pelo oscuro y denso y ventralmente con pelo menos denso y de color pálido. Paren una sola cría (aunque hay un registro de gemelos en Guatemala), el parto dura aproximadamente 15 segundos (Arroyo-Cabrales et. al., 1987).

**a) *Phrynosoma orbiculare* (Lagartija cornuda)**

Es una especie de lagarto de la familia Phrynosomatidae, tiene el cuerpo rechoncho y tamaño de 8 a 12 cm con gran cantidad de espinas o cuernos vistosos. Es endémica de México y se distribuye principalmente en los matorrales. Su nombre viene del latín *orbis* que significa circular. Se considera amenazado (A) por la Norma Oficial Mexicana 059 de SEMARNAT. Y en preocupación menor (LC) por la lista roja de a IUCN. Suele ser capturada para venderse como mascota, pero no sobrevive al cautiverio sin los cuidados correctos.

➤ **Descripción**

En México se le conoce como camaleón llora sangre, dragoncito, falso camaleón o lagartija cornuda. Aunque no son camaleones, sino lagartijas y se agrupan en la familia *Phrynosomatidae*. Es una lagartija de tamaño mediano, los adultos presentan una longitud hocico cloaca (LHC) de 78.2 a 89.8 mm. Presentan un color dorsal grisáceo o pardo oscuro, en la región del occipucio un par de manchas negras y en medio, manchas claras difusas. La región ventral es amarillo claro, con varios puntos oscuros y escamas suaves y manchas negras en la región pectoral-abdominal. 13 poros femorales en cada pierna.

Superficie dorsal del cuerpo, cola, región femoral y tibial cubiertas por escamas granulares. Escamas grandes, aquilladas o en forma de espina. Son de cuerpo aplanado dorsoventralmente, tienen una hilera de escamas continuas

en forma de espinas suaves en la parte lateral del cuerpo. Dos cuernos occipitales cortos, tres cuernos temporales en cada lado, de los cuales el externo es más pequeño.

➤ **Hábitat**

Esta especie se encuentra en zonas abiertas, entre plantas arbustivas crasas, pastos, yucas y plantas herbáceas. Habita en zonas semidesérticas, y se ha registrado para zonas de clima templado en altitudes que van desde los 1,371, hasta los 3,352 metros.

➤ **Comportamiento**

Estas lagartijas, que dependen de energías externas de calor para realizar sus funciones vitales, son principalmente activas por las mañanas y las tardes. Cuando se torna ardiente el sol buscan lugares con sombra para descansar y regular su temperatura; por las noches regresan a su refugio que puede encontrarse en ramas, hoyos en la tierra o bajo piedras. Están adaptadas a ambientes que son cálidos y secos, incluso a climas fríos. La reproducción es de tipo sexual y la camada de una hembra varía dependiendo de la especie. La alimentación de estos animales es una de sus características más sobresalientes: se han especializado en hormigas que constituyen 70% del volumen de su dieta; algunos, como el caso del camaleón cornudo real, pueden consumir hasta 300 hormigas. También se alimentan de otros invertebrados como termitas, grillos, escarabajos y arañas con los que complementan su dieta. Por lo general, buscan a sus presas en áreas abiertas moviéndose en silencio, o simplemente las esperan, aunque también se les ha visto cerca de los hormigueros. Cuando divisan a su presa, los lagartos cornudos la atrapan rápidamente con su lengua pegajosa para luego tragarla. Sin embargo, este depredador de hormigas puede convertirse a su vez en presa fácil, pues cuando está a la caza se expone a sus depredadores más comunes: coyotes, serpientes, ardillas, perros, gatos y aves de rapiña, como halcones y zopilotes.

➤ **Distribución actual.**

Aunque se desconoce el número de poblaciones actuales, por los registros de colegas y presentaciones en congresos nacionales de herpetología, aún se localiza en la mayoría de los estados que a continuación se mencionan: Chihuahua, Colima, Durango, Nuevo León, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas, sin embargo, presentan densidades poblacionales bajas.

### **3. Actividades**

#### **Metodologías empleadas.**

Para iniciar con el Programa de rescate es necesario conocer la ubicación de los lugares de anidación o percha de las especies, por lo que se realizara un recorrido por los alrededores del área de influencia del proyecto, los métodos para la detección de especies serán los siguientes:

#### **Observación directa y reconocimiento por sonidos**

Se realizará un reconocimiento para identificar la presencia de forma directa (visual) o indirecta (sonido del cascabel, cantos, graznidos o vocalizaciones), que puedan correr riesgos de daños durante la ejecución de la obra. Para el avistamiento de las especies se hicieron los recorridos durante todo el día hasta abarcar toda el área incluida en el proyecto.

Las etapas de esta actividad son:

- Ubicar los posibles nidos, madrigueras o áreas de interés de las especies de vertebrados.
- Ahuyentar a los organismos que se pudieran encontrar cerca del área de trabajo, durante el tiempo que dure la obra, esto les permitirá su sobrevivencia.

- En caso de Presentarse, 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

#### **Capacitación del personal.**

Es posible que durante el proceso de desmonte aparezcan animales, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, ya que estos se mueven en busca de alimento, aunque específicamente en el área de las obras se construirá una cerca perimetral con malla ciclónica, es posible que la fauna se acerque en los alrededores y se puedan presentar accidentes de manera involuntaria o por falta de concientización sobre su protección. Se necesitará por tanto instruir al personal técnico y trabajadores de la empresa encargada del desmonte y durante la construcción y operación del proyecto sobre el estado de conservación de los animales silvestres, la importancia de las labores de rescate, sus niveles de peligrosidad, tipo de manejo, la legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias. Para ello se les impartirá una plática, en donde se presentará información de las especies animales reportadas o que habitan el área y fotos o láminas para facilitar su identificación.

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre de la región.

#### **4. Método para el manejo de las especies.**

**Ahuyentamiento:** el ahuyentamiento es una forma de alejar a las especies de un lugar en un momento determinado, este método provoca las siguientes reacciones en dichas especies:

- Estado de alerta.
- Interrupción de la alimentación
- Huida de la zona protegida por el método.
- Mantenimiento de una distancia prudente de la zona protegida

Una manera de provocar que las especies se alejen del área deseada es la reproducción de sonidos que anuncien algún tipo de alerta de peligro, incluso el tránsito de vehículos y personas ayuda a alejarlas del lugar.

El ahuyentamiento depende de las especies de que se trate y se puede aplicar las siguientes actividades:

**Ahuyentamiento de aves:** Las aves por lo general responden a estímulos visuales y auditivos por lo que las técnicas de ahuyentamiento pueden ser

- Sonidos
- Siluetas que simulen la figura de un depredador
- Cintas metálicas, las cuales reflejan los rayos del sol desviando el paso de la fauna fuera del sitio.
- Humo

**Ahuyentamiento de reptiles:** los reptiles se desplazan al escuchar ruidos fuertes, aunque estos se meten en sus cuevas y es posible que se dañen al estar realizando las actividades del proyecto, por lo que es mejor su captura y recaptura.

**Ahuyentamiento de mamíferos grandes:** el ahuyentamiento de estas especies es más fácil, pues se alejan con la presencia de personas, por lo que para ahuyentar a los individuos que puedan encontrarse dentro del proyecto, se dará un recorrido por toda la zona, para lo cual se hará uso de aparatos que simulan sonidos de fauna que consideren como depredadores. También es posible hacer uso de humo, ya que al oler el humo se alejan por la alerta de incendio.

De manera general, antes de iniciar la jornada laboral, se da un recorrido por toda la zona, moviendo la vegetación y haciendo el mayor ruido posible para ahuyentar el mayor número de especies, las especies que no puedan desplazarse fácilmente serán rescatadas y reubicadas.

El método de captura y recaptura se realizará dependiendo de la especie que se encuentre en la zona durante los recorridos o durante las actividades del proyecto y para esto se consideran las siguientes técnicas:

**Captura y rescate de la víbora:** Para el rescate de víboras en caso de ser encontradas, se hará lo siguiente:

- Mantener una distancia de cuando menos 5 metros para que la víbora este bajo control, así es más seguro que esté tranquila y no se esconda.
- Una víbora de cascabel puede asustarse cuando alguien se le aproxima en el campo abierto. Para evitar esto, hay que esconderse detrás de arbustos u otros objetos cercanos, y así reducir la posibilidad que la víbora se vuelva agresiva. Siempre debe tenerse en cuenta el área de seguridad sugerida anteriormente. Si la víbora esta enrollada, al atacar puede estirarse hasta  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de su longitud total. Pero si la víbora ya está estirada, su área de ataque es menor.
- En el momento de captura, acercarse muy lento, agarrarla con las pinzas en el medio de su cuerpo y sin poner mucha presión. Solo debe presionarse lo suficiente para que no se escape y así poder moverla al recipiente de reubicación.
- Colocar con cuidado la víbora en el recipiente de reubicación y taponarlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga "Víbora de Cascabel Viva" y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.
- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga "Víbora de Cascabel Viva".

Se realizarán recorridos por los alrededores del proyecto, principalmente entre los roqueríos y cuevas para el avistamiento de la especie, en caso de encontrar individuos estos serán capturados y reubicados a otra zona, cabe mencionar que esta especie se adapta a todo tipo de terreno por lo que su reubicación no resultara complicada.

**Captura de roedores pequeños:** Para esta técnica, se utilizan trampas tipo Sherman, las cuales son fabricadas en aluminio o acero galvanizado y son muy livianas y sensibles para activarse con muy poco peso. Para atraer a los roedores, se hacen cebos con crema de cacahuate, avena y vainilla. Las trampas se revisan por la mañana a primera hora para que, en caso de capturar un roedor, este no sufra estrés por estar mucho tiempo en la trampa. Una vez capturados, estos son colocados en rejillas o jaulas para permitir que el animal pueda respirar libremente y son llevados de inmediato al nuevo sitio para su liberación.

**Captura de aves:** Dado que las aves no son estáticas, es poco probable atraparlas a menos que se instalen trampas como las redes de niebla, sin embargo, al liberarlas en otra área es probable que regrese al sitio. Por lo tanto, estas solo se ahuyentarán con las técnicas especificadas.

En el caso de encontrar nidos, estos se dejarán en el sitio hasta que las aves saquen los polluelos, y se suspenderán las actividades por unos días, dado que las aves son muy sensibles al olfato y si detectan olores extraños lo sienten como una amenaza, abandonando el nido y dejando los huevos que quedan expuestos a los depredadores.

## 5. Selección de los sitios para la liberación de especies

La selección del sitio donde se van a liberar las especies no está definida específicamente, puesto que dependiendo de dónde se encuentre el individuo a rescatar, se liberará en un sitio ubicado a una distancia no mayor de 500 m, pues se considera que a esta distancia las condiciones ambientales del sitio no cambian drásticamente, por lo que la especie

liberada podrá adaptarse con mayor facilidad. Se debe buscar un sitio que cuente con vegetación abundante que le permita al animal protegerse de los depredadores.

## 6. Requerimiento de personal y equipo:

Como se ha mencionado anteriormente, el método de ahuyentamiento, captura y recaptura de fauna depende de cada grupo de especies por lo que se destinara una brigada específicamente para llevar a cabo estas actividades. Dicha brigada será capacitada y equipada con las herramientas y equipo necesario para actuar ante cualquier tipo de especie, por lo que el equipo requerido es el siguiente:

- Botas para campo
- Polainas para protección contra víboras
- Pinzas para víboras
- Trampas Sherman
- Simuladores de sonido de animales
- Jaulas
- Costales
- Vehículo
- GPS
- Cámara fotográfica
- Guantes
- Formatos de campo (Bitácoras)

La brigada estará conformada con un mínimo de 5 personas.

## 7. Cronograma de Actividades.

La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el Cuadro IV-32. Cronograma de actividades anual.. Se realizará un solo recorrido ya que el área no es muy grande por lo que, se puede recorrer en un solo día, sin embargo, se realizaran recorridos periódicos para verificar la ausencia de estas especies.

Cuadro IV-32. Cronograma de actividades anual.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorrido de campo (búsqueda de hábitats y avistamiento)	X		X		X		X		X		X	
Colecta de organismos	x		X		X		X		X		X	
Rescate de especies encontradas	X		X		X		X		X		X	
Monitoreo		X		X		X		X		X		X

## 8. Evaluación.

Durante los recorridos en campo para la delimitación del área, se avistaron algunas especies como conejos, mapaches y algunas aves, sin embargo, fue en los alrededores del sitio del proyecto y una vez que se percataron de la presencia del personal se alejaron de la zona.

Se seguirán llevando a cabo recorridos para verificar la presencia o ausencia de las especies, además el personal que labore en el desmonte y la construcción de las obras, será capacitado para que en caso de que se presente algún individuo tenga conocimiento de las medidas que deben tomarse para mantener la sobrevivencia de dichas especies.

## 9. Seguimiento.

Para dar seguimiento a la protección y rescate, así como, establecer la eficacia de la medida ambiental, en este caso, la salvaguarda de la fauna silvestre, será necesario visitar las áreas de construcción del proyecto con regularidad y detectar posibles rescates de animales.

## **10. Indicadores de eficacia.**

Para determinar los indicadores de eficacia de la medida, se realizarán recorridos de campo, en donde se llenará una bitácora de con las observaciones y en caso de rescatar algún animal, se anotarán las coordenadas, la especie encontrada y las actividades realizadas para su rescata y reubicación. Anexo al presente programa se presenta un formato de bitácora para la visita de campo.

En cada recorrido se llevará a cabo un registro fotográfico para contar con un indicador de que se realizó la visita y la correcta aplicación de rescate.

### **IV.2.4 Paisaje**

Según Álvarez et al. (1999), el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente (clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología) y bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje, sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual.

#### **IV.2.4.1.1 Identificación de impactos visuales**

Se analizó el paisaje regional y local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio natural y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las actividades pudieran tener en el paisaje.

La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo al criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron:

- Calidad visual
- Fragilidad visual
- Visibilidad

A partir de estas dos últimas, se determinó la calidad visual, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades antropogénicas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el sistema ambiental, previo al desarrollo actividad que se está evaluando.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, se refiere al área donde se localizan los polígonos sujetos a cambio de uso de suelo, las actividades que se desarrollan a nivel local son para aprovechamiento forestal y minería principalmente, así como asentamientos humanos. En su microclima se analizaron los aspectos climáticos que influyen en la zona; en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas; con respecto a su hidrología, existen cauces de tipo intermitente; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígnea extrusiva que dieron origen a suelos de la clase de Luvisol que son aptos para la agricultura, aunque por ser una zona montañosa esta actividad se realiza a baja escala, con su descripción se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con los anteriores componentes. Con el análisis de los componentes físico y abióticos se pudieron identificar aquellos umbrales físicos que se han dado de manera natural como barrancas, lomeríos, planicies, arroyos, los tipos de vegetación presentes, los climas que permiten esa estructura y los suelos que dan origen; otro factor en el paisaje son aquellos generados por las actividades del hombre en la región, cuya principal evidencia son: las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, minería, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal y los aprovechamientos forestales.

### a) Calidad visual

Los criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez et al. (1999) fueron:

- El agua es un elemento relevante
- Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- Diversidad del panorama paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos

Con los criterios anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente:

Cuadro IV-33. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio

Criterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
a	2	Existe un cauce a un costado del área propuesta para los Robbins
b	3	Por encontrarse en una zona cubierta de vegetación siempre verde
c	2	Por presentarse vegetación arbórea.
d	1	Por presentar una forma de relieve poco variable
e	1	EL paisaje es similar a lo largo del área de influencia del proyecto.
Promedio	<b>1.8</b>	En términos generales la calidad visual puede considerarse como <b>media</b>

### b) La fragilidad

La fragilidad visual es la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo (Turner *et al.*, 2001). Por lo anterior, la fragilidad visual expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el sistema ambiental ante el desarrollo de actividades antrópicas.

La fragilidad visual del paisaje, tal y como se plantea en este estudio, consta de dos elementos:

- La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales del sitio que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la *altura de la vegetación* y el *relieve de la zona*.
- La fragilidad visual extrínseca, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.

De acuerdo a lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración numérica, fueron:

- Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por tanto será más difícil encubrir determinados impactos adversos que ocasionan los cambios de uso de suelo.
- Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal, es menor la fragilidad visual, **no se considera el porte de las zonas con pastizal o vegetación ripiaría dadas sus reducidas tallas.**
- Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad.
- Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.

Considerando los criterios anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor, dando como resultado lo siguiente:

Cuadro IV-34. Valoración de la fragilidad del paisaje a nivel sitio

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	2	Al derribar vegetación habrá una modificación poco notable, ya que la vegetación aledaña puede cubrir el cambio, por lo que se considera que la fragilidad es media.
	Pendiente	2	Al desarrollarse las actividades en una zona con una variación de relieve notable la fragilidad se considera mayor. El terreno presenta poca pendiente.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	1	Al tratarse de la zona eminentemente rural, puede considerarse un valor bajo para este criterio.
<b>Promedio</b>		<b>1.66</b>	En términos generales la fragilidad visual puede considerarse como <b>baja</b>

### c) La visibilidad

La visibilidad es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales (partes altas del área de influencia) y los núcleos urbanos, lo cual está en función de la distancia.

Se utilizó la visibilidad con el objeto de obtener una valoración del paisaje del sitio en función del atractivo que posee desde el punto de vista de accesibilidad; además, se incluyeron algunos criterios de evaluación de carácter ecológico con lo que se pretende obtener una valoración del paisaje en el contexto local, donde existen atributos ambientales importantes. El estudio de visibilidad se realizó a partir de las partes más altas en la zona y de las carreteras establecidas en las partes altas del área de influencia con un radio de acción de 5 km, y utilizando la distancia como factor de ponderación. Los puntos de observación se presentan de la manera siguiente:

1. **Corta:** de 0 a 1 km de distancia.
2. **Media:** de 1.1 a 2 km de distancia.
3. **Larga:** de 2.1 a 3 km de distancia.
4. **Muy larga:** Mayor a 3.1 de distancia.

En este caso, el análisis de visibilidad se realizó desde las partes más altas del área de influencia, tomando como referencia los caminos existentes en estas partes y considerando la distancia que hay entre el camino y los polígonos de cambio de uso de suelo. Para tener una mayor claridad sobre la visibilidad del sitio se realizó un análisis en ArcMap basado en el Modelo Digital de Elevación, en el cual se establecieron 6 puntos de observación sobre los caminos existentes en las partes más altas del área de influencia para determinar hasta qué punto es visible el proyecto. En la siguiente figura se presenta la visibilidad a nivel área de influencia.

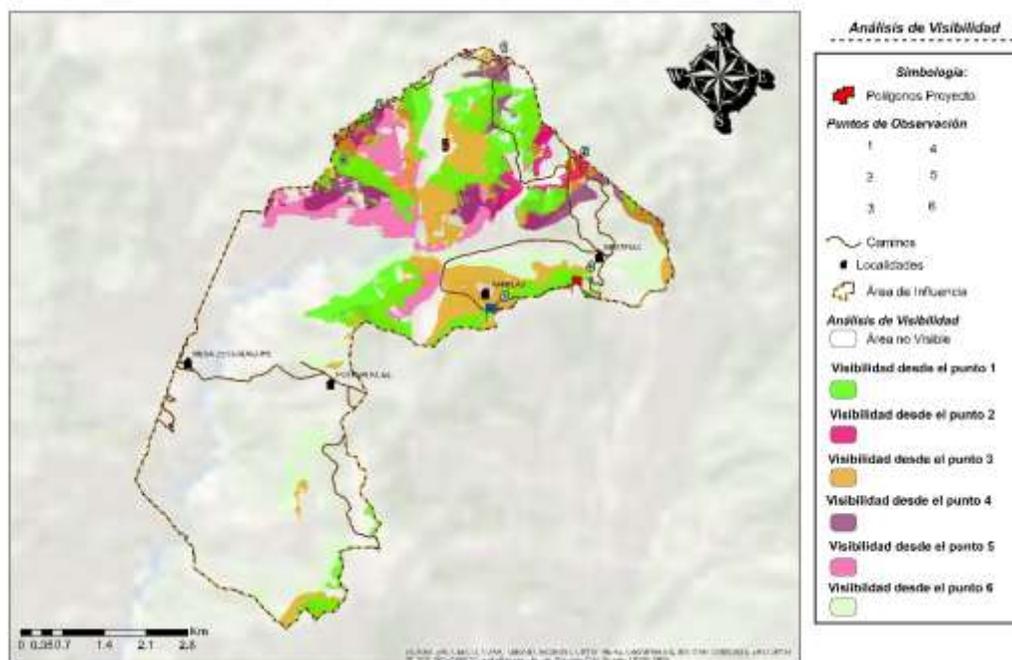


Figura IV-26. Rango de visibilidad

Como se puede observar, la mayor visibilidad se da desde el punto 3, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 1.31 km del proyecto, con lo cual, se puede considerar que la visibilidad se define como **Media**, sin embargo, la visibilidad sería únicamente desde el punto ubicado en el camino principal y no será una visualización muy precisa de las obras pues la vegetación servirá de barrera para su visualización, puesto que son árboles de alturas mayores a los 15 m, así mismo, los alrededores del área del proyecto están representadas por terrenos con pendientes mayores a las del área propuesta, por lo que se dificultará percibir el cambio a menos que la distancia sea menor a 1 km y de áreas muy específicas, por lo tanto, se concluye que la visibilidad es **corta**, por las condiciones de vegetación y relieve.

### Conclusión de la valoración del paisaje

En base a la valoración anterior, se concluye que las características del paisaje del sistema ambiental son: **calidad visual media**, como resultado de la ubicación del sitio en una zona completamente rural y cubierta por vegetación de porte alto, lo cual puede cubrir los cambios generados por la eliminación de vegetación; **fragilidad visual baja**, como resultado de la conformación y estructuración de la vegetación presente en el sitio (bosque de pino) y un relieve sin variaciones y con poca pendiente; y **visibilidad baja** por las características del terreno. Por lo que las actividades no implican un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes no se verán modificadas de manera significativa, dado que las actividades se realizarán en una zona muy puntual, y no se requerirá de infraestructura complementaria, además se cuenta con acceso al sitio, por lo que no se abrirán nuevos caminos.

### IV.2.5 Medio socioeconómico

El proyecto se encuentra en una zona completamente rural, la comunidad más cercana se encuentra a 22 km aproximadamente y cuenta con los servicios básicos como: Luz, atención médica, taller, comedores, dormitorios, almacenes y en caso de requerir mayor atención o servicios estos se obtienen de Santiago Papasquiario.

La información sobre los aspectos socioeconómicos estará basada en Ciénega de Nuestra Señora de Guadalupe, pues es la más cercana al proyecto y se describen de la manera siguiente:

Ciénega de Nuestra señora cuenta con una población de 1,720 habitantes, de los cuales 916 son hombres y 804 mujeres, los servicios con los que se cuenta en este poblado son:

## Educación

Por lo que se refiere a la educación, están comprendidos los niveles de preescolar; primaria, telesecundaria y sistema de educación de Telebachillerato.

Existen 36 personas mayores a 15 años que son analfabetas, 188 han terminado solo la primaria, 257 han estudiado la secundaria y 358 que han estudiado hasta el bachillerato la mayoría son hombres.

## Religión

La religión que se practica es la católica.

## Salud

Los servicios de salud se dan por parte del IMSS o dentro del centro médico establecido en el complejo minero.

## Vivienda

En la localidad hay 537 viviendas. De ellas, el 97.28% cuentan con electricidad. La mayoría cuenta con agua entubada y están conectadas al drenaje. Los materiales de construcción en su mayoría son de adobe, o materiales de concreto y techos de lámina o loza de concreto.

## Medios de comunicación

Los servicios de comunicación con los que se cuenta en la localidad son radio, teléfono fijo y telefonía celular, también se cuenta con servicio de radio y televisión.

En cuanto al transporte este se da en vehículos particulares, aunque también existe el transporte público con una ruta de Ciénega –Durango por parte del grupo Estrella Blanca.

## Economía

Las principales actividades económicas son:

- **Agricultura:** La mayor parte de la agricultura de la región es de temporal. La mayoría de sus cosechas se utilizan para autoconsumo familiar y una mínima parte se vende dentro de las mismas localidades. Los principales productos que se siembran son el maíz, alfalfa y avena.
- **Ganadería:** Esta actividad se realiza principalmente para obtener productos para el autoconsumo, aunque también para la venta, lo cual les permite obtener recursos para obtener otros productos para su bienestar.
- **Minería:** Esta actividad es la que mayor economía aporta a la región, pues su infraestructura permite la generación de empleos a gran escala y genera beneficios a la población con la construcción de obras sociales.
- **Comercio:** Existen varios establecimientos dedicados a la compra-venta de los productos propios del municipio, así como comercios dedicados a la venta de artículos que satisfacen las necesidades de los habitantes (restaurantes, hoteles, abarrotes).

En cuanto a los salarios de las actividades económicas desarrolladas en la región, la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 2020. Vigentes a partir del 1 de enero de 2021, solo establece una única área geográfica con 141.7 pesos.

### IV.2.6 Diagnóstico ambiental

Para tener un concepto integral del sistema ambiental, 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, solamente así se tendrá una verdadera idea de lo complejo que es el sistema que integra el **área de influencia ambiental**. Este proceso de análisis, nos proporciona un balance sencillo pero firme entre los valores naturales y productivos frente a la fragilidad del ecosistema ante de realizar las acciones del proyecto.

El método utilizado para la formulación del diagnóstico ambiental fue mediante técnicas cuantitativas y cualitativas, basadas en los datos obtenidos de campo (Inventario ambiental) y la información cartográfica

disponible en INEGI, para cada componente ambiental se analizó su estado actual para conocer el impacto que se puede llegar a generar con el desarrollo del proyecto.

A continuación, se describen los componentes del sistema ambiental y los cambios que pudiesen generarse con la elaboración del proyecto.

Cuadro IV-35. Diagnóstico ambiental

Componente	Descripción general	Indicador de calidad ambiental	Estado actual
Clima	El clima del sitio pertenece al grupo de los templados, semifrío y subhúmedo. La precipitación media anual es de 1387 mm, la mínima ocurre en el mes de abril (24.60 mm) y la máxima en el mes de julio (294.3 mm). La temperatura media anual es de 11.52 °C con una máxima anual de 16.3 °C y una mínima de 6.4 °C en el mes de enero. Los vientos predominantes van de los 4 km/hr a los 10 km/hr NW. La temporada de lluvias se presenta en verano, con lluvias y heladas en invierno.	Modificación del clima	Clima tipo BS1(h')w, Cb'(w2)x', Awo, Aw1, (A)C(w2), C(w2), C(w1), (A)C(w1) y Aw1 Temperatura máxima 25.1 °C, media 11.52 y mínima de -2
Aire (Calidad)		Gases Efecto Invernadero	La empresa minera realiza monitoreos trimestrales para verificar que las emisiones se encuentren dentro de los límites permitidos por la legislación ambiental dentro de los resultados a la fecha se reportaron en promedio 50.29 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 6.9 ppm y NO <sub>2</sub> = 4.4 ppm según las revisiones trimestrales del último año para el total de vehículos utilizados por la empresa minera.
		Cantidad de aire limpio en m <sup>3</sup>	Por ser un área rural donde las industrias a gran escala son escasas y donde el tipo de vegetación corresponde mayormente a árboles de porte alto, el aire no se encuentra perturbado actualmente, la vegetación existente dentro del sistema ambiental podría generar 101, 888, 683,269.45 m <sup>3</sup> de aire limpio.
		Decibeles de ruido y vibraciones	De acuerdo a los análisis de ruido realizados para diferentes áreas donde opera la empresa minera los niveles de ruido se encuentran dentro de los límites establecidos por la normatividad vigente encontrando niveles de 47.3 hasta 61.8 dB(A) dentro de la zona industrial y entre 56.8 y 58.3 en el área de Taspana. A nivel regional los ruidos generados son los que se dan por los vehículos particulares que se conectan entre localidades, los cuales son mínimos pues son localidades con menos de 200 habitantes y no todos cuentan con vehículo particular por lo que estos se consideran dentro del límite permitido.
Composición y arreglo geológico	Los tipos de rocas que se presentan a nivel Al es variable, dadas sus condiciones topográficas, encontrando rocas ígneas, conglomerados y rocas volcánicas, la mayor superficie del SA y sitio es ígnea extrusiva ácida que son rocas formadas por el rápido enfriamiento de lava. El área se encuentra en las provincias Sierra Madre Occidental, dentro de la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, donde el sistema de topoformas está clasificado como Superficie de Gran Meseta con Cañadas y Sierra Alta con Cañones. El proyecto se encuentra en la parte alta de la cuenca del Río San Lorenzo con una altitud que va desde los 820 a 3300 m.s.n.m. La pendiente del área donde se ubicará el proyecto varía de 80.50 a 86.26% en las partes más pronunciadas, dentro de los polígonos propuestos a cambio de uso de suelo la pendiente varía de 80.50 a 86.26 %.	Volumen de suelo removido	Actualmente se está realizando la explotación de mineral, por lo que se extrae material geológico durante la explotación en diferentes bocaminas autorizadas dentro de la región. Aproximadamente se cuenta con una extracción acumulada de 770,397.7 toneladas de mineral extraído lo que equivale a un promedio mensual de 3,668 toneladas.
Composición del suelo	Los suelos del SA son muy variables, los más representativos son: Leptosol en combinaciones con Regosol, Luvisol y Phaeozem, la mayor parte del suelo presentan una textura media y fina. A nivel proyecto el suelo es Luvisol húmico y Leptosol mólico, lo cual indica	Perdida de suelo ton/anales	Dentro del sistema ambiental se presenta una erosión potencial de 27, 413,090.7 ton/año por erosión hídrica, mientras que la erosión eólica sería de 45.29 ton/año, esta

Componente	Descripción general	Indicador de calidad ambiental	Estado actual
	que son suelo susceptibles a la erosión cuando contienen mucha arcilla y sobre todo en pendientes muy pronunciadas, aunque es muy fértil.		erosión se les atribuye a actividades agrícolas, ganaderas y en parte a las actividades que se desarrollan por parte de la empresa minera, aunque existen áreas en donde la erosión se da de forma natural por el tipo de suelo y condiciones ambientales del sitio. Específicamente, se pierde una erosión hídrica de 0.7171 ton/año en el área del proyecto. Según la carta de erosión presentada por INEGI, la zona presenta una erosión hídrica laminar leve y ligera. Erosión eólica de 40.58 ton/ha/año dentro del área del proyecto.
		Cantidad de residuos generados	Actualmente se generará alrededor de 0.944 kg/hab/día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2020), por lo que de acuerdo a los cálculos en la región se podrían generar hasta 12.8 toneladas mensuales de residuos, así mismo, la empresa minera a acumulado a la fecha un total de 1,444.91 toneladas de residuos entre chatarra, cobre, llantas, hule, pet y cartón, los cuales son depositados dentro de los rellenos sanitarios autorizados para la empresa minera.
		Baja productividad	Actualmente la contaminación es baja, pues los vehículos utilizados reciben mantenimiento preventivo para evitar fugas y derrames dentro de las áreas de trabajo. Se cuenta con talleres especializados en diferentes áreas del complejo minero para dar atención al total de vehículos que laboran para la empresa, así como los vehículos particulares. Dentro de los talleres se estima que se generan hasta 29.68 toneladas de residuos peligrosos mensualmente los cuales son depositados dentro del almacén temporal de residuos peligrosos autorizado para la empresa.
Agua superficial y subterránea	En cuanto al sistema hidrológico el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica 10 denominada Sinaloa dentro de la Cuenca "B" Río Culiacán, subcuenca "e" Río San Lorenzo y microcuenca 432 con código 10-028-01-001 y de nombre Mesa de Guadalupe, así mismo se encuentra dentro del acuífero del Río San Lorenzo. Específicamente dentro del área del proyecto existen cauces de tipo intermitente.	Volumen de agua infiltrada	De acuerdo a los cálculos del balance hídrico para el sistema ambiental se tiene una precipitación de 237,276,864.00 m <sup>3</sup> , de los cuales se filtran 106,154,336.55 m <sup>3</sup> /año mientras que específicamente dentro del área de proyecto se genera una precipitación de 17,850.69 m <sup>3</sup> al año y solo se filtran 9,535.81 m <sup>3</sup> .
Vegetación	La zona donde se ubica la infraestructura propuesta es clasificada como forestal, donde puede llevarse a cabo el aprovechamiento de recursos forestales maderables, aunque dentro de los predios en los que la empresa tiene convenio no se realiza ningún tipo de aprovechamiento.	% de cobertura vegetal	El 95.35% de la superficie que abarca el SA está cubierto de vegetación tanto de bosque de pino (15.73), bosque de encino (30.09), bosque de encino -pino (10.01) y de pino-encino (3.14), selva baja caducifolia (29.09), selva media subcaducifolia (0.11), pastizales (2.42) y vegetación secundaria arbórea, arbustiva y herbácea (4.76).
		% de áreas agrícolas	4.27 % de la superficie del SA esta utilizado por cultivos
		% de áreas urbanas y rurales	0.02 % está ocupado por infraestructura rural.
		No. De especies de importancia ecológica	Se identificaron algunas especies que por su uso se consideran como de importancia ecológica y se propuso un programa de rescate de flora para las especies de <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), <i>Complejo Rubus fruticosus</i> (Zarzamora) y <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China)

Componente	Descripción general	Indicador de calidad ambiental	Estado actual
Fauna	Dado que el proyecto se encuentra en una zona rural, la fauna circular libremente por la región, aunque prefieren zonas con mayor cobertura vegetal para poder esconderse de los depredadores y del ruido generado por las actividades mineras de la zona.	No de especies de importancia cinegética	Se reportaron 7 especies de importancia cinegética según el calendario cinegético de la SEMARNAT 2022-2023.
		No. de especies presentes en protección	La diversidad de fauna en el SA es muy variable, encontrándose un gran número de especies bajo protección. De manera general se identificaron 51 especies reportadas dentro de la NOM-059.
Paisaje	En términos generales a calidad visual puede considerarse como media, mientras que la fragilidad visual es baja y la visibilidad se considera corta pues el proyecto no es visible a largas distancias, dado que la cubierta vegetal y la forma del relieve sirven de barreras para evitar su visualización.	% de Paisaje natural	EL sistema ambiental abarca una superficie de 168,549.91 ha de las cuales el 4.27 % han sido modificadas para actividades agrícolas y el 0.19 para actividades mineras, con el desarrollo del proyecto se aumentará la superficie minera en 1.287 has (0.0007 %).
		No. De industrias	La principal industria dentro del SA es la planta de beneficio de la empresa Minera Mexicana La Ciénega, la cual cuenta con los protocolos de seguridad y calidad ambiental. Actualmente se cuenta con una infraestructura minera que abarca 432.32 ha, de las cuales 309.32 cuentan con una MIA-P vigente.
Social	La región se encuentra dentro de las zonas con un grado de marginación muy alto, en donde las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería y minería. El proyecto se encuentra dentro del municipio de Canelas, en el área de influencia del proyecto el poblado más grande y cercano es Ciénega de Nuestra Señora el cual cuenta con una población de 1,720 habitantes.	No de habitantes en la región	4,321 habitantes de los cuales 2,210 son hombres y 2,111 son mujeres.
		Población económicamente activa ocupada	El 27.73% del total de la población son económicamente activos y de estos el 95.16 % están ocupados. Los empleos están más representados por hombres, pues el 86.31 % de la población ocupada corresponde a este género y solo el 13.68 corresponde a mujeres.

#### IV.2.6.1 Síntesis del inventario ambiental

De lo expuesto anteriormente podemos observar aquellas áreas más frágiles y sensibles a daños ambientales por lo tanto los criterios que se seguirán para la toma de decisiones serán:

- No afectar áreas fuera de los límites establecidos para el desarrollo del proyecto.
- Se dirigirán las medidas de restauración para aquellas áreas identificadas con mayor grado de perturbación, así mismo se evitará en la medida de lo posible poner mayor afectación sobre estas áreas.

En general la calidad ambiental de la zona de influencia del proyecto, no presenta un nivel de perturbación importante, dadas las condiciones ambientales de la región, el tipo de vegetación presente puede disimular los cambios efectuados por el desarrollo del proyecto, aunque el tipo de suelo presenta un grado de deterioro ligero, es posible restaurar las áreas por medio de reforestaciones y obras de conservación de suelos.

Dentro de los componentes ambientales en la zona de influencia, el aire presenta un nivel de impacto bajo, como consecuencia de las actividades mineras que se han venido desarrollando desde hace varios años, la vegetación es capaz de absorber los gases producidos por la combustión de combustibles y proporcionar aire limpio.

Los principales componentes que se verán afectados por la puesta en marcha de las actividades del proyecto serán el suelo y vegetación. De cierta forma al verse alterados estos componentes de forma directa o indirecta (reafirmando la estrecha relación que guardan los componentes en la conformación del ecosistema) otros componentes como el aire y agua se verán modificados en su estabilidad; por lo cual la importancia de establecer medidas de mitigación efectivas para estos componentes ambientales.

En base al nivel de perturbación por parte del hombre, registrado en el sitio del proyecto y la zona de influencia del mismo, los impactos que ocasionara el proyecto no serán de magnitudes considerables, y los que sean ocasionados se aminoraran de forma significativa con la aplicación de correctas medidas de mitigación y restauración.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Toda decisión inicial de realizar la Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto o actividad y el encargo de su desarrollo, se desprende de un procedimiento administrativo legalmente establecido por decisión del ente promotor ante una situación que prevé conflictiva, o por exigencia de los organismos responsables de autorizar el proyecto o conceder el permiso necesario para la construcción de la obra de interés.

Se dice que hay un impacto ambiental, cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, en el medio o sobre alguno de sus componentes

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente.

El medio ambiente es el entorno vital, entendiéndolo como el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interactúan entre sí con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia.

El concepto de Medio Ambiente implica directa e indirectamente al hombre, ya que se concibe no solo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir, el uso que de ese espacio hace la humanidad referida a la herencia cultural e histórica (conesa F.V, 1995).

Con carácter general, la gestión del medio ambiente se define como el conjunto de actuaciones necesarias para llevar a cabo la política medioambiental, o dicho de otra manera para lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el patrimonio natural sean lo más elevados posibles, todo ello dentro del complejo sistema de relaciones económicas y sociales que condicionan ese objetivo (Ortega y Rodríguez, 1994).

### ***V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales***

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente.

Cualquier actividad humana genera cambios positivos o negativos en la naturaleza, así como en las condiciones de vida de los habitantes de una región, por esta razón consideramos que cualquier evaluación de impacto ambiental debe tomar en cuenta a los impactos ecológicos, socioeconómicos y culturales que las actividades productivas provoquen, ya que la alteración de estos tres conceptos puede llevar a un desequilibrio en la estabilidad de los ecosistemas.

En la naturaleza todas las acciones tienen impacto en diferentes escalas y niveles, y además existen interacciones entre los componentes de una población y entre diferentes ecosistemas, por lo que se tomó la decisión de analizar los impactos en el Área de Influencia del proyecto, así como el sitio donde se establecerá el proyecto.

Existen muchas metodologías para la evaluación de impactos ambientales, de las cuales, algunas han sido desarrolladas para proyectos específicos impidiendo su aplicación a otros proyectos, por lo que, se han utilizado las que tienen una aplicación sistemática. Las metodologías más comunes son los modelos de identificación, dentro de estos se encuentran las listas de chequeo, cuestionarios, matices cruzadas, matrices causa-efecto ambientales,

diagramas de flujo, entre otras.

Para el presente proyecto se consideró aplicar la metodología de la Lista de Verificación, en la que se relacionan de manera categórica los componentes ambientales con los impactos que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto. Aunque constituyen una forma concisa y organizada de relacionar los impactos, no permiten la identificación de las interrelaciones entre los factores ambientales, por lo que es necesario complementar con otras metodologías. En el caso particular del proyecto, se decidió utilizar un cuadro de contingencia, que es una tabla de doble entrada en donde se puede analizar de manera cualitativa y cuantitativa la relación de dos variables, en este caso los componentes ambientales con los impactos a generarse en cada una de las etapas del proyecto.

Para determinar de forma cuantitativa los impactos se aplicó la metodología propuesta con Conesa-Fernandez (2010), en la cual se le da un valor de entre 1 y 12 según la relevancia del impacto, con lo cual se puede analizar de manera más precisa el grado de afectación en el ecosistema por el desarrollo del proyecto.

Considerando las características de la obra, en cuanto a sus dimensiones, ubicación y distribución, se determinó que los impactos generados se presentarían en una escala muy puntual, es decir a nivel sitio, puesto que se llevará a cabo la construcción de infraestructura adicional ya que solo se extraerá el material y se transportara a los centros de transformación. De tal forma que la metodología utilizada para evaluar los impactos considera las siguientes etapas; **i) Identificación, ii) Valoración y la iii) Jerarquización**, como se ilustra a continuación:

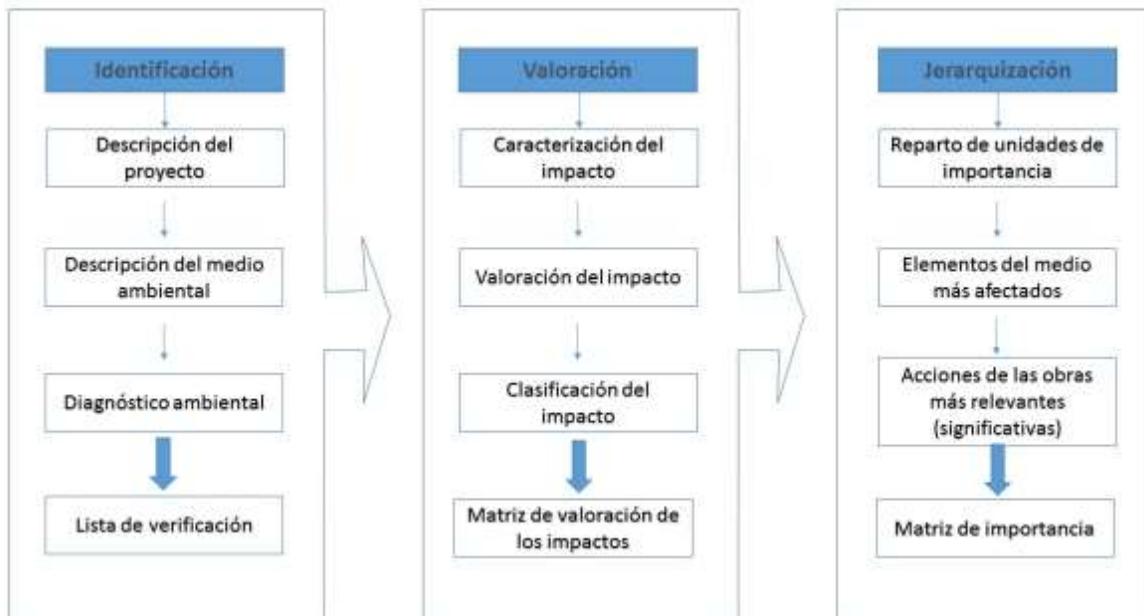


Figura V-1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos

### V.1.1 Indicadores de impacto

Los indicadores se utilizan como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

La medición del impacto recae sobre un indicador en particular, comprendido dentro de un factor ambiental, que a su vez integra un elemento del ambiente. Los factores que en este estudio se utilizarán para la evaluación de los impactos ambientales en los diferentes medios son los que se muestran a continuación:

Cuadro V-1. Indicadores de impacto

MEDIO	FACTOR
Aire	Gases de efecto invernadero
	Cantidad de aire limpio en m <sup>3</sup>
	Ruido y vibraciones
Suelo	Perdida de suelo ton/anales
	Cantidad de residuos generados
	Baja productividad
Agua	Volumen de agua infiltrada
Geomorfología	Volumen de suelo removido
Vegetación	% de cobertura vegetal
	% de áreas agrícolas
	% de áreas urbanas y rurales
	Número de especies dentro de la NOM-059
	Número de especies de importancia ecológica
Fauna	No de especies de importancia cinegética
	No. de especies dentro de la NOM-059
Paisaje	% de Paisaje natural
	No. De industrias
Socio-económico	No de habitantes en la región
	Población económicamente activa ocupada

Cada factor ambiental puede contener al menos un indicador mensurable por métodos científicos. Cada elemento del ambiente ecológico; agua, aire, suelo, flora y fauna, encuentra suficientes indicadores para conformar una imagen objetiva del medio.

### V.1.2 Lista de verificación

La identificación de los impactos más relevantes se realizó a partir una detallada descripción de los atributos (indicadores) de calidad de cada uno de los componentes que conforman la dimensión ambiental. Entonces, con el diagnóstico ambiental, fue posible determinar la probabilidad de presentarse los impactos adversos y benéficos sobre alguna variable ambiental. En el Cuadro V-2 se presenta el análisis de la verificación de los impactos a generarse, cuando hay afectación se usa el valor de 1, en tanto que el valor de 0 se utiliza para indicar que no hay impacto (impacto nulo).

Una vez que los impactos fueron identificados, en una segunda valoración de la lista de verificación, se engloban los impactos a generarse para identificar en qué etapa se pueden presentar (ocurrencia).

Cuadro V-2. Lista de verificación de impactos

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
Clima	Temperatura	El cambio climático obedece a factores globales, sin embargo, se ha comprobado que las emisiones de CO <sub>2</sub> , el cual es uno de los gases que contribuye al efecto invernadero.	0	Modificación del clima	Emisiones a la Atmosfera	Aunque la eliminación de la vegetación provocara mayor evaporación por una mayor exposición del suelo, no se considera que se afecte al clima regional o local, puesto que, al ser un área rural con una cobertura vegetal mayormente arbórea, se puede controlar la infiltración de las áreas aledañas permitiendo la humedad del área del proyecto.
	Precipitación		0			
	Vientos		0			
	Fenómenos meteorológicos		0			
	Evapotranspiración potencial		1			
	Fenómenos naturales		0			
Aire (Calidad)	Monóxido de carbono (CO)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire	1	Cantidad de gases de efecto invernadero	Emisiones a la atmosfera	Específicamente, el proyecto contempla la utilización de maquinaria para el transporte del personal y la extracción del material vegetal residual, así como el transporte de los requerimientos para la construcción de los pozos robbins e instalación de los ventiladores, aunque la empresa minera mantiene un programa de monitoreo para verificar que todos los vehículos se encuentren dentro de los límites permitidos.
	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1			Mecanismo de combustión de los vehículos, maquinaria y equipo para el corte de vegetación.
	Óxidos de nitrógeno (NOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1			Mecanismo de combustión de los vehículos y equipo para el corte de vegetación.
	Óxidos de azufre (SOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1			Mecanismo de combustión de los vehículos y equipo para el corte de vegetación.
	Polvos	El polvo es parte de la composición de la atmósfera, se genera de manera natural en un ecosistema, sin embargo, puede haber acciones del hombre que aumenten su generación y dinámica.	1	Calidad del aire	Generación de aire limpio	Desgaste de los caminos de acceso y dentro de las áreas de maniobras por el rodamiento de los vehículos, el impacto no es medible, por lo que se deberá considerar acciones preventivas, además la eliminación de la vegetación, así como su extracción también generará un aumento en la generación de polvos, la cual se disparará inmediatamente después de dejar las labores pues se encuentra en un área abierta. Por otra parte, la perforación de los robbins también producirá una cantidad de polvo, sin embargo,

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
						esta se disipará al término de la jornada laboral y será mínima dado que las dimensiones son pequeñas.
	Olor	Las diferentes percepciones olfativas en el ambiente dependen de la composición del ecosistema y las interacciones con los vientos.	0		N/A	EL proyecto no generará malos olores pues no se utilizarán sustancias tóxicas, ni habrá generación de residuos que pudieran ocasionarlos, como son descargas de aguas residuales o desechos tóxicos. Posiblemente el uso de combustibles por lo vehículos genere un olor diferente, aunque será mínimo y se disipará una vez que el vehículo deje de moverse y al ser un área boscosa se podrá mitigar el olor inmediatamente.
	Ruido	En la naturaleza de forma general se dan a cabo interacciones que generan ruido, canto de las aves, sonidos de mamíferos, el viento chocando con las hojas de los árboles.	1	Decibeles generados	Generación de ruido y vibraciones	Durante las actividades de eliminación de la vegetación, excavación de los robbins y construcción de infraestructura auxiliar, se generará ruido por las motosierras y la caída del arbolado, así como el uso de la máquina perforadora, sin embargo, este será temporal y muy puntual, el cual se eliminará una vez que termine el periodo laboral diario. No afectará a la población, dado que estas están muy alejadas de la obra y las actividades se realizarán durante el día que es cuando el ruido se podrá mezclar con el que se genera por las actividades propias de la gente.
Composición y arreglo geológico	Geología regional y local	La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. A nivel sitio los tipos de rocas pertenecen a ígnea extrusiva ácida	1	Volumen de material extraído	Extracción del material geológico	La distribución de las diferentes capas y composición de las rocas, será afectada a pequeña escala por la perforación de los robbins y no será recuperado en tanto la mina se encuentre en funcionamiento.
	Estratigrafía	La estratigrafía pertenece a diversas formaciones rocosas.	1	Nivelación del terreno	Nivelación del terreno para la infraestructura	En la etapa de construcción del proyecto será necesario modificar el relieve del terreno nada mas donde va la infraestructura de los robbins, pues la mayor parte del sitio donde se construirán las obras presenta una pendiente de entre 80 a 86 %.
Composición del suelo	Tipo de suelo	El suelo es considerado como la parte superficial de la corteza terrestre, y están constituidos de diferentes capas. Los suelos presentes a nivel sitio se componen	1	Perdida de suelo ton/ anuales	Procesos de erosión	Durante la preparación del área será necesario remover la vegetación total presente en las áreas para los robbins, por lo que el suelo quedará desprotegido y habrá mayor movimiento de partículas por la acción

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
		de Luvisol húmico con Umbrisol esquelético, los cuales son suelos de textura media, son aptos para actividades agrícolas y son susceptibles a la erosión sobre todo en áreas con pendiente pronunciada pues son suelos muy sueltos.				del viento y de la lluvia lo cual puede iniciar con un proceso de erosión si no se toman las medidas necesarias para su protección.
	Composición física	La composición física del suelo está determinada por la composición de los minerales que le dieron origen; sin embargo, es posible determinar que debido a las actividades que se generarán puede existir la contaminación por la generación de residuos sólidos.	1	Cantidad de residuos generados	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Mayor actividad antropogénica en las áreas de trabajo, misma que se dará de manera temporal, pero con cierta probabilidad.
	Composición química	Las interacciones del suelo a través de las diferentes reacciones químicas obedecen a sistemas complejos, en el caso, está alteración pudiera llegar a presentarse de manera drástica por la contaminación de residuos peligrosos.	1	Baja productividad	Contaminación de suelos por residuos peligrosos	Aunque el mantenimiento de la maquinaria y vehículos no se llevará a cabo dentro del área del proyecto, no se descarta la posibilidad que durante las maniobras de derribo y extracción de la vegetación, así como construcción del robbins y obras auxiliares, ocurran accidentes que generen el derrame de combustibles o residuos del mantenimiento inesperado, por lo que se coleccionarán estos residuos y se llevarán a los sitios adecuados para que sean entregados a las empresas autorizadas para su destino final.
Escorrentamiento superficial	Flujo hidráulico	El caudal obedece a la composición geomorfológica del sitio.	0		N/A	Específicamente a un costado del trazo de los robbins existe un cauce de tipo intermitente, el cual no se verá modificado, puesto que no se encuentra dentro de los polígonos establecidos para el proyecto.
	Escorrentamiento	Los cauces pueden coleccionar el agua que escurre de las partes altas y dirigirla hacia los cuerpos de agua principales para mantener la humedad y por lo tanto mantener la cobertura vegetal.	1	Volumen de agua infiltrada	Disminución de la infiltración	Con la eliminación de vegetación disminuirá la infiltración, pues habrá mayor escorrentamiento y evapotranspiración.
	Calidad del agua	Está determinada por la presión que se ejerce sobre este recurso, que para el área se considera como alta	0		N/A	A nivel regional, el agua es utilizada principalmente para abastecer a la población de Ciénega de Nuestra Señora además de rancherías aledañas y para las actividades mineras que se realizan en la zona.

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
		Los altos niveles de sedimentación en los ríos dan lugar a la perturbación física de las características hidráulicas de los cauces	0		N/A	Las actividades se realizarán fuera de la temporada de lluvias, para evitar que los residuos puedan ser arrastrados hacia las partes bajas del área y puedan entrar en contacto con los cauces cercanos, aunque de ser el caso se podrán retirar de manera inmediata, pues solo se generaran residuos por el derribo de vegetación.
Agua subterránea	Condición del acuífero	Los niveles estáticos del acuífero de incidencia se encuentran en la cota 140 msnm en la zona de la sierra	0		N/A	El proyecto se encuentra en una elevación de entre 2457 y 2481 msnm, por lo que no se afectará el nivel estático del acuífero, aun cuando para la construcción de los robbins será necesario excavar a una profundidad de más de 200 m.
Vegetación	Daños a la vegetación	El proyecto implica el derribo de especies nativas de flora en todos los estratos.	1	% de cobertura vegetal	Disminución de cobertura vegetal	El proyecto implica el derribo de vegetación para la instalación de los robbins
	Tipo de vegetación	La vegetación que se presenta en el sitio pertenece a <b>bosque de pino</b> .	0	No. De especies dentro de la NOM-059	Afectación de especies dentro de la NOM-059	No se afectarán individuos reportados dentro de la NOM-059
			1	No. De especies de importancia ecológica	Afectación de Especies de importancia ecológica.	Se identificaron algunas especies que por su uso se consideran como de importancia ecológica y se propuso un programa de rescate de flora para las especies de <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), <i>Complejo Rubus fruticosus</i> (Zarzamora) y <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China)
Fauna	Fauna silvestre	Pese a que el sitio se encuentra en una zona rural alejado de la población, la fauna presenta un grado de perturbación ligero por la actividad minera realizada en la zona. Por lo que se ha desplazado hacia partes más tranquilas, aunque al no existir una barrera que limite el libre tránsito de la misma, no se descarta la presencia de algunos individuos durante las actividades del proyecto.	1	No. de especies presentes en protección	Afectación de especies en la NOM-059	Pese a que las especies reportadas son a nivel regional, es necesario tomar medidas para su protección dado su rango de distribución.
			1		Muerte de individuos	Al haber mayor movimiento vehicular y mayor tráfico de personas, se pueden presentar accidentes por atropellamiento, caza ilegal, o como un método de defensa, como en el caso de las víboras que, aunque a veces no atacan, las personas tienen el instinto de matarlas.
			1	No. De especies visualizadas	Desplazamiento de las especies	El mayor ruido de los vehículos y actividades propias del derribo de vegetación, harán que los individuos se desplazan a lugares más tranquilos y con mayor cobertura vegetal, la cual les permite protegerse de los depredadores.
Percepción visual	Calidad del paisaje	En términos generales la calidad visual puede considerarse como media.	1	% de Paisaje natural	Agentes extraños al medio natural.	La estética a nivel puntual puede verse afectada por la presencia de la maquinaria y e instalación de infraestructura. Aunque no será

Componente	Atributo	Consideración	Afectación/ Generación	Indicador de calidad ambiental	Impacto	Justificación/Causa
						un cambio significativo pues dentro de esta área ya se lleva a cabo la actividad minera.
	Fragilidad visual	En términos generales la fragilidad visual puede considerarse como baja.	1	No. De industrias	Modificación de la cobertura vegetal	La principal industria dentro del área de influencia es la planta de beneficio de mineral de Minera Mexicana La Ciénega. A nivel regional la actividad minera es parte del paisaje, pues al ser una actividad que se ha desarrollado desde hace años, la gente está adaptada a esta infraestructura.
	Visibilidad	Su valoración se puede definir como muy larga ya que el sitio en su mayoría se encuentra en terrenos planos, que de un cerro a otro permiten tener una visibilidad mayor del paisaje	0		N/A	Este componente no se verá afectado, pues, aunque la visibilidad es corta, los habitantes locales no podrán apreciar a simple vista los cambios generados en el sitio, pues la vegetación puede asimilar el cambio por su porte alto.
Empleo	Fuentes de Empleo	La empresa Promovente es un detonante en la zona para la generación de empleos	1	Población económicamente activa ocupada	Diversificación de los empleos	La actividad puede generar alternativas de empleo, como transporte de material y mano de obra en la eliminación de vegetación y obras de restauración, así como construcción de los robbins, instalación de ventiladores y construcción de los cuartos eléctrico y de control.
Demografía		Incremento en la tasa de población	1		N/A	Las personas que se empleen en las actividades serán de las poblaciones locales por lo que no habrá cambios en la población.
Salud		Estándares de salud en la población	1		N/A	Las dimensiones de la obra son muy reducidas y se encuentra fuera de los poblados.

## V.2 Caracterización de impactos

### V.2.1 Cuadro de contingencia

El cuadro de contingencia es una tabla de doble entrada en la que se relacionan dos variables, en este caso el impacto, con el valor de diferentes criterios que indican la relevancia del impacto sobre los componentes ambientales, con el propósito de determinar el de mayor importancia.

Para la valoración global de los impactos se utilizó una matriz que consiste en la disposición de impactos / actividades (filas), y una serie de atributos (columnas), conducentes a la formulación de un dictamen o valoración final según el arreglo de valoración en rangos de 1 a 12, para homogenizar los criterios de valoración.

Para cada una de las etapas se valoraron los impactos identificados como negativos, en dónde fueron tomados en cuenta principalmente los criterios siguientes:

**Naturaleza del impacto.** Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se los expresan como negativos.

**Efecto (E).** El impacto de una acción sobre el medio puede ser “directo” es decir impactar en forma directa, o “indirecto” es decir se produce como consecuencia del efecto primario el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden.

**Magnitud/Intensidad.** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.

**Extensión del impacto.** A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área del proyecto y de la zona de localización del mismo.

**Momento.** Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras.

**Reversibilidad.** La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial.

**Recuperabilidad.** Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.

**Sinergia.** Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente.

**Acumulación.** Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa (efecto de las sustancias tóxicas).

**Periodicidad.** Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto.

La asignación numérica depende de cada criterio y está determinada de la siguiente forma:

Cuadro V-3. Indicadores de impacto

N	Signo
Positivo	+
Negativo	-
E	Valor
Indirecto	1
Directo	4

<b>M</b>	<b>Valor</b>
Baja	1
Media-Baja	2
Media-Alta	3
Alta	4
Muy Alta	8
Total	12
<b>Ex</b>	<b>Valor</b>
Impacto Puntual	1
Impacto Parcial	2
Impacto Extenso	4
Impacto Total	8
<b>Mo</b>	<b>Valor</b>
Largo Plazo (>5 años)	1
Corto Plazo (< 1 año)	2
Mediano Plazo (1-5 años)	3
Inmediato	4
<b>Pe</b>	<b>Valor</b>
Fugaz	1
Temporal (1-10 años)	2
Permanente (>10 años)	4
<b>Re</b>	<b>Valor</b>
Corto Plazo (< 1 año)	1
Mediano Plazo (1-5 años)	2
Irreversible (más de 10 años)	4
<b>Rc</b>	<b>Valor</b>
Total, e inmediata	1
Total, a mediano plazo	2
Parcial (mitigación)	4
Irrecuperable	8
<b>Si</b>	<b>Valor</b>
La acción no es sinérgica	1
Sinergia Moderada	2
Altamente sinérgico	4
<b>AC</b>	<b>Valor</b>
No existen efectos acumulativos	1
Existen efectos acumulativos	4
<b>PD</b>	<b>Valor</b>
Los efectos son discontinuos	1
Los efectos son periódicos	2
Los efectos son continuos	4

La **valoración o importancia del impacto** estará en función de la fórmula siguiente:

$$I = \pm (3 \text{ Magnitud} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Recuperabilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad}) * \text{Naturaleza del impacto}$$

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 88 y se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:

Cuadro V-4. Criterios de categorización de los impactos ambientales

Valores	Categoría de Impacto
< 25	Compatibles
25 - 50	Moderados
50 -75	Severos
>75	Críticos

En base a los criterios anteriores se obtuvieron los siguientes impactos por etapa del proyecto.

Cuadro V-5. Clasificación de impactos en la etapa de preparación

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	4	-24	Compatible	
		Generación de aire limpio	-1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	4	-24	Compatible	
		Generación de ruido y vibraciones	-1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	4	-27	Moderado	
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	-1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	4	4	-33	Moderado
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-1	4	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	-23	Compatible
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	-1	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	-20	Compatible
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	-1	1	3	2	3	2	2	2	2	4	4	-33	Moderado	
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	-1	4	4	8	8	2	2	4	2	1	1	1	-52	Severo
		Afectación de Especies de importancia ecológica	-1	4	1	8	4	2	2	4	2	1	1	1	-39	Moderado
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	-1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	-20	Compatible
		Desplazamiento de las especies	-1	1	1	2	4	1	1	2	2	4	4	4	-26	Moderado
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	-1	1	2	1	4	2	1	1	1	4	4	-26	Moderado	
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	3	2	4	4	1	1	2	4	4	37	Moderado	

Cuadro V-6. Clasificación de impactos en la etapa de Construcción

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	4	-24	Compatible	
		Generación de aire limpio	-1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	4	-24	Compatible	
		Generación de ruido y vibraciones	-1	4	2	4	4	1	1	1	1	1	4	-31	Moderado	
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	-1	4	3	1	3	2	4	2	1	1	1	-29	Moderado	
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	-1	1	3	2	3	2	2	2	2	4	4	-33	Moderado	
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-1	4	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	-23	Compatible
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	-1	4	2	1	3	1	2	1	2	1	1	1	-23	Compatible
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	-1	1	3	2	3	2	2	2	2	4	4	-33	Moderado	
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Afectación de Especies de importancia ecológica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Desplazamiento de las especies	-1	1	1	2	4	1	1	2	2	4	4	4	-26	Moderado
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	-1	4	2	1	4	2	1	1	1	4	4	-29	Moderado	
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	4	2	4	4	1	1	2	4	4	40	Moderado	

Cuadro V-7. Clasificación de impactos en la etapa de Operación y Mantenimiento

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto	
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-17	Compatible	
		Generación de aire limpio	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-17	Compatible	
		Generación de ruido y vibraciones	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	-19	Compatible	
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	-1	1	1	1	3	2	2	2	2	4	2	-23	Compatible	
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-1	4	1	1	4	1	2	1	1	1	1	-20	Compatible	
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	-1	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1	-20	Compatible	
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Afectación de Especies de importancia ecológica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	-1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	1	-17	Compatible	
		Desplazamiento de las especies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	-1	4	1	1	4	2	1	1	1	4	4	-26	Moderado	
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	2	2	4	4	1	1	2	4	4	34	Moderado	

Cuadro V-8. Clasificación de impactos en la etapa de abandono

Elemento	Componente	Impacto	N	E	M	EX	MO	PE	RE	RC	SI	AC	PD	Valoración	Importancia del Impacto
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emisiones a la Atmósfera	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	-19	Compatible
		Generación de aire limpio	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	19	Compatible
		Generación de ruido y vibraciones	-1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-16	Compatible
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	1	1	3	2	3	2	2	2	2	4	4	33	Moderado
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	17	Compatible
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	-1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	-17	Compatible
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	1	1	1	2	3	2	2	2	2	4	4	27	Moderado
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	1	4	4	4	4	2	2	4	2	1	4	43	Moderado
		Afectación de Especies de importancia ecológica	1	4	1	1	3	2	2	4	2	1	1	24	Compatible
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	20	Compatible
		Desplazamiento de las especies	1	1	1	2	4	1	1	2	2	4	1	23	Compatible
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Compatible

Del análisis de caracterización de impactos podemos concluir lo siguiente:

Durante la etapa de **preparación** habrá impactos que se consideran como **compatibles** ya que todos pueden ser mitigables y son a nivel puntual, estos impactos están relacionados con la generación de gases por el uso de vehículos que utilizan gasolina y diésel como combustible, lo cual puede generar residuos peligrosos por las reparaciones inesperadas para lo cual se utilizarán las medidas necesarias para evitar que los residuos lleguen directamente al suelo y los residuos generados serán colectados y llevados al almacén temporal de residuos peligrosos en el complejo minero La Ciénega. Las reparaciones serán mínimas o nulas, pues se mantendrá un programa de mantenimiento preventivo dentro del taller de la mina, otro impacto será el ocasionado a la fauna

tanto por el desplazamiento como por muerte accidental de individuos, aunque este impacto será muy poco probable, puesto que, al estarse llevando actividades de exploración y explotación dentro de la zona, las especies de fauna se han desplazado hacia lugares más tranquilos. Todos los impactos serán recuperables en el corto plazo, dado que, una vez terminada la jornada laboral, estos dejarán de producirse.

También se presentaran impactos **moderados** relacionado con los cambios en el paisaje al establecer nueva infraestructura y los procesos de erosión que pueden presentarse con la eliminación de la vegetación, estos impactos pueden ser a largo plazo, aunque con las medidas de restauración y mitigación se pueden compensar y remediar los cambios generados, por otra parte se generaran empleos para los habitantes locales y aunque se considera un impacto moderado, este será positivo por los beneficios que aportará a la sociedad. Es importante mencionar que también se presentará un impacto **severo**, relacionado con la eliminación de la cobertura vegetal pues será necesario eliminar el total de la vegetación para la construcción de los robbins y la vegetación arbórea dentro de la franja de protección de la línea eléctrica, está ya no podrá ser recuperada mientras que el proyecto se encuentre en operación.

En la etapa de **construcción** los impactos relacionados con la generación de gases, polvos y residuos se mantendrán igual que en la etapa de preparación por lo que, se consideran **compatibles**, dado que se pueden mitigar de inmediato una vez que termine la jornada laboral, habrá impactos **moderados** relacionados con la extracción de material geológico, aunque será muy puntual pues será solo en la superficie que abarca los robbins, así mismo habrá un impacto moderado por el cambio del paisaje el cual podrá asimilarse con facilidad por los beneficios que este aportará, tanto para la empresa minera como para los habitantes locales. La generación de empleos será igual que en la etapa de preparación pues serán los mismos trabajadores, ya no habrá eliminación de vegetación, pues ya se limpió el área durante la etapa de preparación.

En la etapa de **operación y mantenimiento** los impactos serán mayormente **compatibles**, pues los requerimientos son mínimos y de forma periódica, estos estarán relacionados principalmente por el uso de vehículos que generaran gases, polvos, ruido y vibraciones, los cuales serán mitigables de forma inmediata, ya que solo se producirán cuando se transporte a los trabajadores, además la fauna no podrá acceder al área cercada por lo que se evitarán los accidentes. Habrá impactos **moderados**, relacionado con la generación de empleos pues se requiere de personal para que manejen el cuarto de control y eléctrico, aunque será menor número de trabajadores. Otro impacto moderado será el que se generará por la infraestructura nueva, aunque se espera que sea poco perceptible en los primeros meses, además la vegetación podrá asimilar su cambio pues es de porte alto lo cual ayuda a cubrir la infraestructura.

Para la etapa de **abandono**, los impactos se presentarán por la generación de gases y polvos producidos por el uso de vehículos y también se generara ruido y vibraciones por el uso y movimiento de la maquinaria, lo cual a su vez puede generar residuos peligrosos en caso de descomposturas, estos impactos se consideran **compatibles** por el tiempo en que se presentarán, También se presentarán impactos **moderados**, los cuales son de carácter positivo, dado que se realizarán obras de restauración de suelos como presas filtrantes y reforestación del área, lo cual beneficiara la pérdida de suelo, disminuyendo el proceso de erosión.

## V.2.2 Jerarquización de los impactos

La ponderación de los elementos y componentes ambientales, permite establecer una **jerarquización de impactos**, en principio, comparables entre sí y al mismo tiempo, se valora la incidencia de las diferentes actividades que conforman la obra.

Para establecer la jerarquización de los impactos, se realizó una **concentración** de la valoración de los impactos por etapa (importancia), para posteriormente realizar un **reparto de las unidades de importancia**; de manera individual fueron analizados los elementos más relevantes o adversos respecto a la unidad de importancia, asimismo las diferentes etapas fueron analizadas entre sí. El proceso metodológico fue el siguiente:

1. Obtener la suma absoluta de cada impacto para todas las etapas (*I-impactos*)

$$\sum |I_i|; i = \text{es el impacto para todas la etapas}$$

2. Obtener la suma absoluta de los impactos de cada etapa ( $I_{etapas}$ )

$$\sum |I_j|; j = \text{son los impactos para cada una de las etapas}$$

3. Obtener la suma absoluta de todos los impactos ( $I_{total}$ ).

$$I_{total} = \sum |I_{ij}| = \sum |I_{ji}|$$

4. Asignación de las unidades de importancia (**UI**) en función de la suma absoluta de todos los impactos (%).

$$UI = \sum \frac{I_i * 100}{I_{total}}$$

5. Jerarquizar (**Ji**) los elementos más impactados, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$Ji = \sum \frac{I_i * UI}{100}$$

6. Jerarquizar (**Jj**) las etapas en las que se presentan más impactos, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$Jj = \sum \frac{I_j * UI}{100}$$

La metodología de cálculo para la jerarquización de los impactos se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro V-9. Jerarquización de impactos por etapa

Elemento	Impacto	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio	Suma Absoluta (i)	Unidades de Importancia (UI)	Suma Relativa (Ji)
Atmosfera	Emisiones a la Atmosfera	-24.00	-24.00	-17.00	-19.00	84	7.186	6.04
	Generación de aire limpio	-24.00	-24.00	-17.00	19.00	84	7.186	6.04
	Generación de ruido y vibraciones	-27.00	-31.00	-19.00	-16.00	93	7.956	7.40
Geología	Extracción de material geológico	0.00	-29.00	0.00	0.00	29	2.481	0.72
Suelo	Procesos de erosión	-33.00	-33.00	-23.00	33.00	122	10.436	12.73
	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	-23.00	-23.00	-20.00	17.00	83	7.100	5.89
	Contaminación de suelos por residuos peligrosos	-20.00	-23.00	-20.00	-17.00	80	6.843	5.47
	Disminución de la infiltración	-33.00	-33.00	0.00	27.00	93	7.956	7.40
Agua	Disminución de cobertura vegetal	-52.00	0.00	0.00	43.00	95	8.127	7.72
Biota	Afectación de Especies de importancia ecológica	-39.00	0.00	0.00	24.00	63	5.389	3.40
	Afectación de Especies en la NOM-059	-20.00	0.00	-17.00	20.00	57	4.876	2.78
	Desplazamiento de las especies	-26.00	-26.00	0.00	23.00	75	6.416	4.81
Paisaje	Agentes extraños al medio natural	-26.00	-29.00	-26.00	0.00	81	6.929	5.61

Elemento	Impacto	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio	Suma Absoluta (i)	Unidades de Importancia (U)	Suma Relativa (JI)
Social	Diversificación de los empleos	37.00	40.00	34.00	19.00	130	11.121	14.46
	Suma absoluta (j)	384.00	315.00	193.00	277.00	1169.00	100.0	90.46
	Suma relativa (JI)	29.56	24.04	15.56	21.32	90.46		



Figura V-2. Jerarquización por etapas

Como puede observarse en la figura anterior, los mayores impactos se presentan en la etapa de preparación, pues es donde se realizará el cambio de uso de suelo, el cual incluye el derribo de vegetación, por lo tanto, la modificación será más relevante.

En la etapa de construcción también habrá impactos relevantes pues es donde se construirán la infraestructura que provocará cambios en el paisaje, aunque será muy puntual pues la superficie requerida es mínima en comparación a otras áreas que se han afectado por otros usos a nivel regional como los desmontes clandestinos.

Durante la etapa de operación y mantenimiento los impactos serán menores, puesto que solo se estará vigilando el funcionamiento de los ventiladores y la línea eléctrica, por lo que los requerimientos tanto de personal como de vehículos serán mínimos.

Todas las etapas implican la utilización de vehículos y equipo que requieren de combustible para su funcionamiento, lo que generará la emisión gases, ruidos y residuos peligrosos, sin embargo, estos serán mitigables en el corto plazo pues son muy puntuales y únicamente se presentarán en las horas de trabajo.

Finalmente, en la etapa de abandono, los impactos serán únicamente los que se generan en el aire por la emisión de partículas y los pudieran llegar a generarse por algún derrame de combustible o por derrames por el mantenimiento de vehículos de manera inesperada, por lo que los impactos solo son los que se relacionan con la contaminación del aire y suelo. Aunque la gráfica muestra mayor impacto en la etapa de abandono, esto es debido a que habrá impactos que son positivos, como la recuperación del suelo y recubrimiento de vegetación, que son los componentes que sufrirán mayor impacto negativo durante las etapas de preparación y construcción y en el abandono se podrá restaurar el área.

Cabe mencionar que el proyecto forma parte complementaria de otro proyecto de mayor magnitud como lo es la explotación minera, sin embargo los impactos que se generaran por el desarrollo de estas obras ya fueron evaluados durante la elaboración del manifiesto de impacto ambiental y para los cuales ya se propusieron y desarrollaron las medidas de mitigación y restauración correspondientes, por lo que con el presente proyecto el impacto que podría incrementarse pudiera deberse al referente a la eliminación de vegetación y por lo tanto el relacionado con el paisaje pues habrá una mayor superficie descubierta de vegetación, sin embargo, esta será poco perceptible pues el panorama ya habrá sido modificado por el proyecto general de obras mineras y se restaurarán áreas ya afectadas por otras actividades como una forma de compensación por los cambios que el proyecto implica.



Figura V-3. Jerarquización por tipo de impacto

Como puede observarse en la figura anterior, los impactos más altos son los relacionados con la pérdida de vegetación, erosión, modificación del paisaje y afectación a fauna, los cuales son impactos negativos que tienen una relación más estrecha que el resto de los componentes, pues al modificar uno, se compromete al otro. Mientras que los beneficios positivos son los relacionados al componente social, dado que se presentan durante la vida útil del proyecto desde la etapa de preparación.



Figura V-4. Jerarquización global

De acuerdo a los impactos generados, se puede concluir que los impactos beneficios son mayores, esto debido a que son impactos que se presentaron durante la vida útil del proyecto, mientras que los impactos negativos, se pueden presentar con mayor relevancia en alguna de las etapas, pero en las siguientes ya no se modifica tal es el caso del desplazamiento de fauna, eliminación de vegetación, extracción de material geológico y agentes extraños al medio ambiente, que se afectarán mayormente en la etapa de preparación y construcción, el resto de los impactos se podrán presentar en todas las etapas pero son muy puntuales y únicamente durante las horas de trabajo.

Del análisis de los impactos para cada componente ambiental, se pueden concluir lo siguiente:

### V.2.3 Aire

La calidad del aire se verá afectada principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, por el uso constante de equipo y vehículos automotores que utilizan diésel y gasolina como combustible, así como la eliminación de la vegetación y actividades de arrastre y transporte de los productos, habrá aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera, sin embargo, se ha considerado que la afectación de calidad del aire será nivel puntual y que puede revertirse inmediatamente al término de las actividades ya que se encuentra en un

área abierta y con vegetación de porte alto. Posteriormente, durante todas las etapas del proyecto, puede haber aportaciones de partículas suspendidas de minerales provenientes de los caminos de acceso o de los vehículos que transporten al personal o los requerimientos para las obras de restauración.

Para este componente ambiental los impactos más relevantes son:

➤ **Emisión de polvos y gases por el uso de equipo y vehículos en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono.**

La empresa minera realiza un monitoreo de gases de todos los vehículos que trabajan en cada una de las áreas para mantenerlos dentro de los límites establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-044-SEMARNAT-2017. Para realizar el proyecto se utilizarán aproximadamente 5 vehículos y de acuerdo a los monitoreos, estos vehículos generan las siguientes emisiones:

Cuadro V-10. Emisión de gases

Vehículo	FECHA DE INSPECCIÓN	CO (250 PPM)	SO2 (5 PPM)	NO2 (5 PPM)	FORMALDEHIDO (10 PPM)	OBSERVACIÓN
RETROEXCAVADORA	31/01/2022	80	2.5	5	2	SI CUMPLE
CAMION	Ene-Mar	15	5	1	2	SI CUMPLE
TOYOTA	28/01/2022	10	0	3	1	SI CUMPLE
MITSUBISHI	24/01/2022	100	0	4	0	SI CUMPLE
MITSUBICHI	Ene-Mar	100	5	7	1	SI CUMPLE

Por otra parte, las partículas suspendidas totales dentro del área se desconocen, puesto que estas se podrán analizar una vez que el proyecto inicie sus actividades, sin embargo, para hacer un análisis del total de partículas que se pueden generar, se tomaron como referencia las emisiones dentro de otra área donde se ha instalado un robbins y dado que las condiciones del terreno y vegetación son similares, se pueden extrapolar estos datos al área propuesta para el presente proyecto.

➤ **Emisión de ruido por los vehículos de transporte de personal, herramientas y materiales, así como el ruido y vibraciones emitidas por el equipo utilizado para los robbins.**

Al igual que las partículas suspendidas, el análisis de ruido del área del proyecto se realizará una vez que se inicie con las actividades de preparación y construcción, sin embargo, se tomó como referencia el análisis de ruido que se realizó en otro de los robbins que están cercanos al área del proyecto, el análisis lo realizó la empresa PRO-GEOVIDA S.A. DE C.V., en el cual se determinó lo siguiente:

El análisis se realizó en el turno diurno comprendido de 6:00 a 22:00 hrs, siguiendo los lineamientos de la NOM-081-SEMARNAT-1994, para lo cual se utilizó un Analizador de ruido Tipo I, marca SVANTEK, modelo SVAN 958 serie 11743 y calibrador marca Quest modelo QC-20, No. De serie QOH040043.

Se ubicaron 5 puntos en zonas críticas con una distancia de 20 m con una separación de 5 m en cada punto. De estos puntos se identificaron dos zonas críticas donde el ruido es mayor y se analizaron los decibeles generados, los resultados son los siguientes:

Cuadro V-11. Niveles sonoros

Ubicación de la zona crítica	Colindancia	Nivel sonoro emitido por la fuente dB(A)	Incertidumbre de medición dB(A)	Nivel máximo permisible* NOM-081-SEMARNAT-1994 dB(A)	Cumplimiento con la Norma** NOM-081-SEMARNAT-1994
ZC1 Al sur del Robbins	Camino	81.1	±0.3	68	No cumple
ZC2 Al noreste del Robbins	Camino	51.2	±0.3	68	Si cumple

Cabe mencionar que el área se encuentra alejada de la población de Ciénega y no existen localidades cercanas que puedan ser afectadas por el ruido generado, además el personal cuenta con equipo de protección auditiva.

- **Aportación de polvos a la atmósfera durante todas las etapas del proyecto, propios de las características de los caminos de acceso, así como por las excavaciones y cortes del terreno.**

Se analizaron 2 puntos del área donde se ubica el robbins, al noreste y al noroeste, el procedimiento se basó en los lineamientos de la NOM-035-SEMARNAT-1993 y el equipo utilizado fueron los Medidores de Alto Volumen marca Thermo No. De serie: P09549 y P095050, así como un Patrón de Transferencia marca: Andersen serie 1287.

Cuadro V-12. Sólidos suspendidos totales

Punto	Ubicación	Concentración media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Incertidumbre de medición ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Límite máximo permisible NOM-025-SSA1-2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Robbins AFT al Noroeste	9.8	$\pm 0.5$	No existe un límite máximo permisible en esta norma para partículas suspendidas totales en el aire ambiente
2	Robbins AFT al Noreste	57.5	$\pm 3.0$	

El análisis de sólidos suspendidos del área del proyecto se realizará cuando se inicien las actividades de preparación y construcción.

#### V.2.4 Geoformas

Para este componente se considera un impacto por la excavación para la construcción de los robbins, por lo tanto, el impacto considerado para este componente es:

- **Extracción de material geológico.**

La construcción de los robbins requiere de la extracción de material para realizar el pozo de ventilación, para lo cual se considera una profundidad aproximada de hasta 390.6333 m y con un radio de 1.5 m por lo que realizando la cubicación del volumen a extraer se obtiene que:

$$V = h * r^2 * \pi$$

Donde:

V = volumen de material a extraer

$r^2$  = Radio de la circunferencia de la entrada al pozo

$\pi$  = constante 3.1416

Por lo tanto:

$$V = 390.6333 * 1.5^2 * 3.1416 = 2,761.23 \text{ m}^3$$

Por lo que, para la construcción de los tres robbins se extraerá un total de 8,283.69 toneladas de material estéril.

#### V.2.5 Suelo

Para el componente suelo se considera un impacto por la remoción de la cobertura vegetal, que al quedar el suelo descubierto, es fácil que el viento o la lluvia arrastren sus partículas hacia las partes bajas provocando cárcavas sobre todo en el área del camino, así mismo, se consideran otros impactos que aunque no se presentarán de forma continua, se consideran para tener en cuenta las medidas de protección o restauración, tal es el caso de los residuos sólidos peligrosos durante obras de mantenimiento en caso de fallas de los vehículos, por otra parte, tal vez se generen residuos sólidos por alimentos que lleven los trabajadores, sobre todo envases y envolturas, por lo tanto se consideran estos impactos en todas las etapas del proyecto aunque son más relevantes durante la etapa de preparación y construcción. Por lo tanto, los impactos dentro de este componente son:

- **Procesos de Erosión**

La erosión se presenta de dos tipos, hídrica y eólica, por lo que se realizaron los cálculos para cada tipo de erosión y se obtuvieron los siguientes resultados:

### Erosión hídrica

La erosión hídrica se estimó mediante la Ecuación Universal de Perdida de Suelo ULSE, en la cual se obtuvo que actualmente se pierde una erosión de **0.7171 toneladas** al año dentro de la superficie del proyecto, mientras que una vez realizado el proyecto se perderán **717.13 toneladas**.

Cuadro V-13. Erosión con proyecto

Erosión Potencial	<b>560.26</b>	Ton/ha/año
Erosión Actual	<b>0.7171</b>	Ton/año
Perdida Suelo con proyecto	<b>717.13</b>	Ton/año
Taza de erosión	1	Años
<b>Erosión hídrica Total</b>	<b>717.13</b>	<b>Toneladas</b>

Por otra parte, la erosión eólica fue estimada mediante la ecuación propuesta en el Manual De ordenamiento de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988) y se obtuvo que actualmente se pierde una erosión de **40.58 toneladas/ha/año**, mientras que, con el proyecto, esta se aumentara a **78.34 toneladas**.

Cuadro V-14. Erosión eólica con proyecto

PREC	<b>132</b>	<b>132</b>	Número de días con lluvia (media anual)
PRECE	-1.964	-1.964	Periodo de Crecimiento
IAVIE	162.33	162.33	Índice de Agresividad del Viento
CATEX	1.25	1.25	Capa de textura y Fase de Suelos
CAUSO	0.20	0.3	Calificación de Uso de Suelo
<b>Ee</b>	<b>40.58</b>	<b>60.87</b>	<b>Erosión Eólica en Ton/ha/año</b>
<b>Superficie</b>		<b>1.287</b>	<b>Superficie total del proyecto</b>
<b>Eep</b>		<b>78.34</b>	<b>Erosión eólica con proyecto ton/año</b>
Tasa de erosión		1	Años
<b>EepTotal</b>		<b>78.34</b>	<b>Toneladas</b>

Por lo tanto, la erosión cambia de categoría de **ligera** a erosión **moderada**.

#### ➤ Contaminación por la presencia de residuos sólidos

Considerando que cada persona puede generar hasta 0.94 kg de basura por día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2021) y que para el proyecto se estima que se requerirán 15 empleados, se podría estimar un volumen de 1,980 toneladas de residuos al año.

Cuadro V-15. Residuos sólidos en el proyecto.

Tipo de residuo	Cantidad generada (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes <sup>2</sup> )	Total anual (kg)
Residuos de comida húmedos	0.05	37.5	450
Papel	0.02	15	180
Cartón	0.02	15	180
Plásticos (varios)	0.03	22.5	270
Vidrio	0.07	52.5	630
Otros	0.03	22.5	270
<b>Total</b>	<b>0.22</b>	<b>165</b>	<b>1,980</b>

Cabe mencionar que no siempre se generaran residuos, puesto que los trabajadores son de la zona, por lo que podrán tomar sus alimentos en su casa o en los comedores de la misma empresa minera, además habrá residuos que podrán reciclarse.

#### ➤ Contaminación de suelos por residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se generarán dentro de los talleres establecidos los cuales cuentan con la autorización para el manejo de los residuos. En el caso de los residuos que se pudieran generar dentro de las áreas de

trabajo se contara con un almacén para residuos peligrosos, los cuales serán producto de los mantenimientos inesperados. No se tiene una cantidad, puesto que no siempre habrá mantenimientos, aunque para fines prácticos, se estima que al mes se podrán generar los siguientes residuos:

Cuadro V-16. Residuos peligrosos en el proyecto

Tipo de residuo	Cantidad generada (kg/día)	Cantidad generada (kg/mes)	Total anual (kg)
Estopas impregnadas	0.040	0.24	2.88
Envases de aceite	0.075	0.45	5.40
Filtros	0.330	1.98	23.76
Mangueras	0.500	3.00	36.00
Aceite quemado	5.000	30.00	360.00
Tierra contaminada	1.000	6.00	72.00
<b>Total</b>	<b>6.945</b>	<b>41.67</b>	<b>500.00</b>

Para el cálculo se consideró que haya 6 reparaciones por mes.

### V.2.6 Agua

Para este componente se considera únicamente la pérdida de infiltración que se puede presentar por el derribo de vegetación, para lo cual se realizó el balance hídrico del área en base a la metodología propuesta en la NOM-011-CNA-2015, con lo cual se obtuvo que del total del agua precipitada anualmente (17,836.82 m<sup>3</sup>/año), la infiltración disminuye en un 2.2%.

EL procedimiento es el mismo utilizado en el numeral IV.2.1.3.1 del presente documento, por lo tanto:

#### ➤ Precipitación

El valor de la precipitación es de **1387 mm**.

#### ➤ Evapotranspiración

EL valor para la evapotranspiración es igual a:

$$L = 300 + 25 * 11.5 + 0.05 * 11.5^3 = 663.54$$

$$ERT = \frac{1387}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{1387}{663.54}\right)^2}} = 604.23 \text{ mm/año}$$

Por lo tanto, la evapotranspiración real total es de 604.23 mm/año o el equivalente a 0.60 m/año

#### ➤ Escurrimiento superficial

El cálculo del escurrimiento tiene la siguiente expresión:

$$Ve = P * A * Ce$$

Donde;

$Ve$  = volumen anual de escurrimiento natural (m<sup>3</sup>),

$P$  = precipitación anual (m),

$A$  = área (m<sup>2</sup>) y

$Ce$  = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

#### Coefficiente de escurrimiento ( $Ce$ )

Como el cálculo del coeficiente de escurrimiento anual ( $Ce$ ) se calcula en base a los siguientes supuestos:

Si  $K$  resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000$$

Si  $K$  es mayor que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000 + (K - 0.15)/1.5$$

Y considerando que no se modificara el tipo de suelo este es el mismo que sin el proyecto.

Cuadro V-17. Clasificación del tipo de suelo

Característica	Tipo de suelo	Proyecto	
		Superficie (m <sup>2</sup> )	%
Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos	B	12,870.0	100.0
	Total	12,870.0	

Para los valores de **K** el valor cambio una vez realizado el proyecto, puesto que el uso de suelo cambiara de uno con cubierta vegetal a uno con una cubierta menor al 25%. Por lo tanto, el valor de **K** es de 0.28:

Cuadro V-18. Valor de K para la superficie del proyecto

Uso de suelo y vegetación	Tipo de suelo	Superficie CUSTF (ha)	K sin proyecto	K con proyecto
Áreas desprovistas de vegetación	B	NP	NP	NP
BP	B	1.287	0.24	0.28
<b>K ponderado</b>			<b>0.24</b>	<b>0.28</b>

Por lo tanto, el valor de **Ce** y **Vm** también se modifican conforme al siguiente cuadro:

Cuadro V-19. Coeficiente de escurrimiento

Parámetro	Sin proyecto	Con proyecto
Coeficiente de escurrimiento ( <b>Ce</b> )	0.030	0.052
Volumen medio anual ( <b>Vm</b> )	538.49	925.75

Haciendo el cálculo para el balance hídrico se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro V-20. Balance hídrico para el área del proyecto

Variable	Sin proyecto		Con proyecto	
	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%
Precipitación	17,850.69	100.0	17,850.69	100.0
Evapotranspiración	7,776.38	43.6	7,776.38	43.6
Escurrecimiento	538.49	3.0	925.75	5.2
Infiltración	9,535.81	53.4	9,148.55	51.3

Por lo que se puede concluir que, de los **17,850.69 m<sup>3</sup>/año** que se precipitan al año, se infiltraran **9,148.55 m<sup>3</sup>/año** cuando se realice el proyecto, lo cual representa una disminución de **387.26 m<sup>3</sup>/año** (2.16%) respecto a la infiltración que se presenta actualmente.

### V.2.7 Fauna

La fauna se verá afectada por el ruido que generarán las motosierras al momento de eliminar la vegetación y la máquina para los robbins o los camiones para el transporte del material estéril y las camionetas de transporte del personal. Así mismo, el mayor número de personas transitando por el área, provocará que los individuos se alejen hacia zonas más tranquilas, aunque no se descarta que durante la jornada laboral se puedan encontrar algunos individuos, sobre todo de lento desplazamiento o que prefieran zonas abiertas para alimentarse lo que puede ocasionar muerte por atropellamiento o de forma directa, como en el caso de las víboras que en ocasiones se matan por creer que son agresivas, por lo tanto los impactos considerados para este componente son:

#### ➤ Afectación de Especies en la NOM-059

Aunque no se encontraron individuos de fauna directamente dentro del área del proyecto, pues las actividades propias de la mina ya han alejado a los individuos hacia zonas más tranquilas, sin embargo, dado que las

especies de fauna tienen un amplio rango de distribución, no se descarta que en una temporada del año se puedan observar algunas especies de fauna, por lo que se deberán aplicar las medidas para su protección.

Las especies reportadas para la región que se encuentran dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en su proyecto de modificación publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2015 son las siguientes:

Cuadro V-21. Especies de fauna dentro de la NOM-059

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTATUS NOM-059
Accipitridae	Buteo	albonotatus	Aguilucho negro	Pr
Falconidae	Falco	peregrinus	Halcón Peregrino	Pr
Odontophoridae	Cyrtonix	montezumae	Codomiz arlequín	Pr
Phyllostomidae	Choeronycteris	mexicana	Murciélago trompudo	A
Viperidae	Crotalus	molosus	Víbora de Cascabel	Pr
Phrynosomatidae	Phrynosoma	orbiculare	Lagartija cornuda	A

### ➤ Desplazamiento de las especies

En general todas las especies de fauna serán desplazadas, puesto que el ruido y el tráfico de vehículos y personas las hacen alejarse a lugares más aislados para protegerse, lo cual beneficia la realización del proyecto, pues se disminuye la posibilidad de afectación.

### V.2.8 Vegetación

Para llevar a cabo el presente proyecto, será necesario remover el total de la vegetación correspondiente a bosque de pino dentro de las áreas propuestas para la eliminación de los robbins, esta eliminación de vegetación generará un cambio en la composición de especies dentro del área de influencia y los impactos considerados son:

### ➤ Disminución de cobertura vegetal

La vegetación a eliminar se clasifica de acuerdo a su diámetro en 2 categorías la primera, mayores a 10 cm y la segunda menor a 10 cm.

El número de individuos para cada especie de diámetros mayores es de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro V-22. Número de individuos mayores a 10 cm afectados por el proyecto

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de Individuos
Ranchito y Revolcaderos	Árboreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile o Aliso	14.00
	Árboreo	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	36.00
	Árboreo	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino	4.00
	Árboreo	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino	1.00
	Árboreo	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	53.00
	Árboreo	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	1.00
	Árboreo	<i>Quercus sideroxylla</i>	Encino	8.00

Los individuos menores a 10 cm son los siguientes:

Cuadro V-23. Número de individuos menores a 10 cm afectados por el proyecto

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos
Ranchito y Revolcaderos	Árboreo	<i>Alnus acuminata</i>	Aile o Aliso	9.00
	Árboreo	<i>Juniperus deppeana</i>	Tazcate	76.00
	Árboreo	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino	5.00
	Árboreo	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	69.00
	Árboreo	<i>Quercus sideroxylla</i>	Encino	19.00
	<b>Subtotal</b>			
	Arbustivo	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	5.00

Predio	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos
	Arbustivo	<i>Buddleja parviflora</i>	Tepozan	26.00
	Arbustivo	<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla	97.00
	Arbustivo	<i>Minthostachys mollis</i>	Poleo	368.00
	Arbustivo	<i>Montanoa grandiflora</i>	Tacote	196.00
	<b>Subtotal</b>			<b>692.00</b>
	Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate Pajon	10.00
	Herbáceo	<i>Artemisia ludoviciana ssp mexicana</i>	Estafiate	25.00
	Herbáceo	<i>Complejo Rubus fruticosus</i>	Zarzamora	1.00
	Herbáceo	<i>Fragaria Vesca</i>	Fresa Silvestre	35.00
	Herbáceo	<i>Ipomoea nil</i>	flor Morada	4.00
	Herbáceo	<i>Polygala paniculata</i>	Escobilla China	17.00
	<b>Subtotal</b>			<b>92.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>962.00</b>

➤ **Afectación de especies dentro de la NOM-059**

Dentro del área del proyecto no se identificaron individuos que estén dentro del listado de la NOM-059.

➤ **Afectación de Especies de importancia ecológica**

De acuerdo a los datos obtenidos durante el inventario de campo, dentro del área del proyecto se encontraron las especies *Minthostachys mollis* (Poleo), *Complejo Rubus fruticosus* (Zarzamora) y *Polygala paniculata* (Escobilla China) que al no estar mayormente distribuidas en esta área y no a los alrededores, se considera que es una especie de importancia ecológica, puesto que al eliminarla en el sitio del proyecto puede disminuir su distribución regional.

### V.2.9 Paisaje

A nivel área de influencia se considera que el desarrollo del proyecto no generará un impacto de importancia, pues no se contraponen con las actividades que se realizan dentro de la zona. Quizás el cambio puede ser más perceptible al inicio de la operación del proyecto, sin embargo, al ser un área boscosa y no tan cercana a la población pronto será imperceptible. Por lo tanto, el impacto más relevante dentro de este componente es:

➤ **Agentes extraños al medio natural**

Del total de la superficie forestal del área de influencia se modificarán **1.287 has** a infraestructura minera

### V.2.10 Sociedad

Durante todas las etapas del proyecto se tendrán efectos positivos en el corto, mediano y largo plazo. Se crearán fuentes de empleo por los servicios e insumos requeridos, habrá un incremento en la demanda de bienes y servicios y de manera general se mejorarán las condiciones sociales de los trabajadores.

Para este componente ambiental los impactos más relevantes son:

➤ **Diversificación de empleos.**

El proyecto generará un total de 15 empleos directos, así mismo, se podrán generar 10 empleos indirectos por la venta de alimentos, servicios de taller, renta de viviendas, venta de insumos, etc.

### V.2.11 Conclusiones

Como se describe en el apartado anterior, en la mayoría de las etapas del proyecto los impactos ambientales no son significativos en el ámbito regional y, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan principalmente sobre el **aire, suelo y fauna**. En general los impactos generados son compatibles y pueden ser minimizados con las medidas de restauración y compensación propuestas en el presente documento. En el

caso de los impactos **severos** estos serán generados por la eliminación de la **vegetación**, dado que se eliminará la totalidad de la vegetación y ya no será recuperada en tanto las obras esté en funcionamiento, sin embargo, una vez cumplida la vida útil del proyecto, se podrá promover la regeneración de forma natural y mediante la reforestación, lo cual traerá beneficios tanto para el suelo como para el agua, la fauna y el paisaje.

En el siguiente cuadro se puede observar una comparación del cambio que se presentara con el desarrollo del proyecto conforme al estado actual del área.

Cuadro V-24. Conclusión de los impactos generados a nivel del sistema ambiental (SA)

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emissiones a la Atmosfera	Partes por millón (ppm)	CO (250 PPM), SO <sub>2</sub> (5 PPM) NO <sub>2</sub> (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	50.29 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 6.9 ppm y NO <sub>2</sub> = 4.4 ppm los datos son un promedio según las revisiones trimestrales del presente año.	Se podrán incrementar las emisiones en promedio 64 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 3 ppm y NO <sub>2</sub> = 4
		Generación de aire limpio	µg/m <sup>3</sup> , m <sup>3</sup>	PM10 = 75 µg/m <sup>3</sup> en 24 hr y 40 µg/m <sup>3</sup> anual, PM2.5 = 45 µg/m <sup>3</sup> en 24 hr y 12 µg/m <sup>3</sup> . Para partículas suspendidas totales no se tiene un límite máximo establecido dentro de la NOM-025-SSA1-2014	Promedio de partículas suspendidas totales de 79.16 µg/m <sup>3</sup>	Se dejarán de producir los 194,031,082.70 m <sup>3</sup> de aire limpio.
		Generación de ruido y vibraciones	Decibeles (dB)	68 dB - NOM-081-ECOL-1994	Se presentan valores de entre 47.3 hasta 61.8 dB(A) dentro de la zona industrial y entre 56.8 y 58.3 dB(A) en el área de Taspana.	Generación de ruido en promedio de 51.2 decibeles.
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	Toneladas	NA	El material extraído se refiere únicamente al que se está aprovechando dentro de la zona de Ciénega en la cual se extraen aproximadamente 4,029 ton mensuales.	Extracción promedio de 8.28 toneladas de material estéril.
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	Toneladas	ULSE y SEDUE	Dentro del sistema ambiental se presenta una erosión potencial de 69,585,096.5 ton/año por erosión hídrica, mientras que la erosión eólica sería de 45.29 ton/año	Incremento de la erosión hídrica a 717.13 toneladas. Incremento de la erosión eólica a 78.34 toneladas.
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Toneladas	NA	El sistema ambiental puede presentar una generación de residuos sólidos de hasta 30.38 ton mensuales.	Se podrá generar hasta 1.980 toneladas de residuos al año.
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	Toneladas	NA	Aproximadamente se generan 180.36 ton de residuos en el SA principalmente por los talleres establecidos.	Se generara en promedio 500 kg de residuos peligrosos al año.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación	
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	m <sup>3</sup>	NOM-011-CNA-2015	De acuerdo a los cálculos del balance hídrico para el sistema ambiental se tiene una filtración de 2, 106,154,336.55 m <sup>3</sup> /año	Se disminuirá la infiltración a 9,148.55 m <sup>3</sup> /año.	
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	m <sup>3</sup> y Número de individuos	NA	El 95.35 % de la superficie que abarca el SA está cubierto de vegetación tanto de bosque de pino (15.73), bosque de encino (30.09), bosque de encino -pino (10.01), de pino-encino (3.14), selva baja caducifolia (29.09), Selva media Subcaducifolia (0.11), pastizales (2.42) y vegetación secundaria (4.76) arbórea, arbustiva y herbácea (32.06).	La cobertura vegetal disminuirá el 0.07% respecto al total del área arbolada, mientras que respecto al tipo de vegetación esta disminuirá el 0.07% (1.287 ha). En total se eliminarán 117 individuos mayores a 10 cm y 962 individuos de plantas menores	
		Afectación de Especies de importancia ecológica	Número de individuos	NA	Todas las especies reportadas a nivel regional tienen una importancia ecológica para mantener la diversidad de la zona, esta toma mayor importancia cuando se requiere eliminar individuos de una de las especies lo cual se determina al momento de realizar cada proyecto. A nivel regional se reporta a <i>Abies durangensis</i> , pero en la zona del proyecto no se presenta, pero si algunas especies de <i>Minthostachys mollis</i> , Complejo <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Polygala paniculata</i> a la que se aplicara un programa de rescate.	En el área del proyecto, se determinó que las especies <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), Complejo <i>Rubus fruticosus</i> (Zarzamora) y <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China) son de importancia ecológica por su mayor distribución dentro del área del proyecto respecto al área de influencia, por lo que se afectaran 386 individuos de estas especies.	
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	Número de individuos	de	NOM-059-SEMARNAT-2010	La diversidad de fauna en el SA es muy variable, encontrándose un gran número de especies bajo protección. De manera general se identificaron 51 especies reportadas dentro de la NOM-059	Pese a que no se afectaran de manera directa las especies reportadas dentro de la NOM-059, se considera que al modificar el hábitat se afecta de manera indirecta a estas especies, por lo que se pone en riesgo a las 6 especies reportadas para la región.
		Desplazamiento de las especies	Número de individuos	de	NA	A nivel regional se pueden encontrar cerca de 127 especies, de las cuales 4 son anfibios, 73 aves, 36 mamíferos y 14 reptiles.	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	Infraestructuras nuevas	NA	Actualmente se cuenta con una infraestructura minera que abarca 432.32 ha, de las cuales 309.32 cuentan con una MIA-P vigente.	Modificación de 1.287 ha para infraestructura minera.
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	Número de empleos	NA	A nivel regional se cuenta con 4321 habitantes, de los cuales el 27.73% son económicamente activos y de estos el 95.16 % están ocupados. Los empleos están más representados por hombres, pues el 86.31 % de la población ocupada corresponde a este género y solo el 13.68 corresponde a mujeres.	Se generarán 15 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.

Cuadro V-25. Conclusión de los impactos generados a nivel del área del proyecto

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
Atmósfera	Aire (Calidad)	Emissiones a la Atmósfera	Partes por millón (ppm)	CO (250 PPM), SO <sub>2</sub> (5 PPM) NO <sub>2</sub> (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	50.29 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 6.9 ppm y NO <sub>2</sub> = 4.4 ppm los datos son un promedio según las revisiones trimestrales del presente año.	Se podrán incrementar las emisiones en promedio 64 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 3 ppm y NO <sub>2</sub> = 4
		Generación de aire limpio	m <sup>3</sup>	PM10 = 50 µg/m <sup>3</sup> en 24 hr y 40 µg/m <sup>3</sup> anual, PM2.5 = 45 µg/m <sup>3</sup> en 24 hr y 12 µg/m <sup>3</sup> . NOM-025-SSA1-2014	Actualmente, la vegetación existente dentro del área del proyecto genera 134687.9225 m <sup>3</sup> de aire limpio.	Se dejarán de producir los 134,687.92 m <sup>3</sup> de aire limpio.
		Generación de ruido y vibraciones	Decibeles	68 dB - NOM-081-ECOL-1994	De acuerdo a los análisis de ruido realizados por la mina en un área donde se tiene establecido un Robbins, se generan entre 51.2 y 81.1 decibeles a una distancia de 0 a 20 m de la fuente generadora.	Generación de ruido en promedio de 51.2 decibeles.
Geología	Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	m <sup>3</sup>	NA	Actualmente se está realizando la explotación de mineral, por lo que se extrae material geológico durante la explotación.	Extracción promedio de 8.28 toneladas de material estéril.
Suelos	Composición del suelo	Procesos de erosión	Toneladas	ULSE y SEDUE	Actualmente se pierde una erosión hídrica de 0.7171 ton/año en el área del proyecto. Según la carta de erosión presentada por INEGI, la zona presenta una erosión hídrica laminar leve y moderada. Erosión eólica de 40.58 ton/ha/año dentro del área del proyecto.	Incremento de la erosión hídrica a 717.13 toneladas. Incremento de la erosión eólica a 78.34 toneladas.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
		Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Toneladas	NA	Actualmente se generará alrededor de 0.944 kg/hab/día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2021)	Se podrá generar hasta 1.980 toneladas de residuos al año.
		Contaminación de suelos por residuos peligrosos	Toneladas	NA	Actualmente la contaminación es baja, pues los vehículos utilizados reciben mantenimiento preventivo para evitar fugas y derrames dentro de las áreas de trabajo.	Se generara en promedio 500 kg de residuos peligrosos al año.
Agua	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración	m3	NOM-011-CNA-2015	Actualmente, la precipitación media anual es de 1,387 mm, lo cual genera una precipitación de 17,850.69 m <sup>3</sup> al año y solo se filtran 9,535.81 m <sup>3</sup> dentro del área del proyecto.	Se disminuirá la infiltración a 9,148.55 m <sup>3</sup> /año.
Biota	Vegetación	Disminución de cobertura vegetal	m3 y Número de individuos	NA	95.35 % está cubierto de vegetación tanto de bosque de pino, bosque de encino, bosque de encino –pino y de pino-encino, selva baja caducifolia, Selva media subcaducifolia y pastizales.	La cobertura vegetal disminuirá el 0.07% respecto al total del área arbolada, mientras que respecto al tipo de vegetación esta disminuirá el 0.07% (1.287 ha). En total se eliminarán 117 individuos mayores a 10 cm y 962 individuos de plantas menores
		Afectación de Especies de importancia ecológica	Número de individuos	NA	En el área existen especies que por su distribución son consideradas como de importancia ecológica como lo es el caso de <i>Abies durangensis</i> , aunque esta no se encontró dentro del área de influencia del proyecto, si se presenta a nivel regional. Así mismo se encontraron especies que por distribuirse con mayor abundancia en una cierta área son importantes para mantener la biodiversidad.	En el área del proyecto, se determinó que las especies <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), Complejo <i>Rubus fruticosus</i> (Zarzamora) y <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China) son de importancia ecológica por su mayor distribución dentro del área del proyecto respecto al área de influencia, por lo que se afectaran 386 individuos de estas especies.
	Fauna	Afectación de Especies en la NOM-059	Número de individuos	NOM-059-SEMARNAT-2010	Se identificaron 6 especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Pese a que no se afectaran de manera directa las especies reportadas dentro de la NOM-059, se considera que al modificar el hábitat se afecta de manera indirecta a estas especies, por lo que se pone en riesgo a las 6 especies reportadas para la región.

Elemento	Componente	Impacto	Unidad de medida	de	Valor ideal o normado	Valor actual	Valor con proyecto sin mitigación
		Desplazamiento de las especies	Número de individuos		NA	Se reportaron 7 especies de importancia cinegética según el calendario cinegético de la SEMARNAT 2020-2021	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.
Paisaje	Percepción visual	Agentes extraños al medio natural	Infraestructuras nuevas		NA	Área de influencia 3,786.61 ha de las cuales el 7.25 % han sido modificadas para actividades, agrícolas y 3.30 % para construcción.	Modificación de 1.287 ha para infraestructura minera.
Social	Empleo	Diversificación de los empleos	Número de empleos		NA	El 36.05% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 54.15% de los hombres y el 15.42% de las mujeres).	Se generarán 15 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.

### V.3 Justificación de la metodología seleccionada

De acuerdo a la literatura, existen muchas metodologías para la evaluación de los impactos ambientales, aunque no todas tienen la facilidad para incorporar la complejidad de los sistemas socio-ecológicos, donde se pretenden desarrollar los proyectos o actividades, así como también para involucrar al análisis las diferentes relaciones que se presentan entre los impactos directos e indirectos. Estas limitaciones generan resultados inciertos, pudiéndose presentar en la realidad impactos no previstos, o con niveles de importancia diferentes a los previstos (impactos subvalorados o sobrevalorados). En este sentido la evaluación del impacto ambiental mediante el uso de redes complejas busca contribuir a la mejora del proceso de evaluación de impacto ambiental, mediante la reducción de la incertidumbre, al incorporar elementos de la teoría de los sistemas complejos en las etapas de identificación y valoración de impactos ambientales.

A manera de ejemplo se presenta la siguiente figura, en la cual se puede observar la complejidad de las relaciones entre las actividades y los impactos a generarse para el presente proyecto.

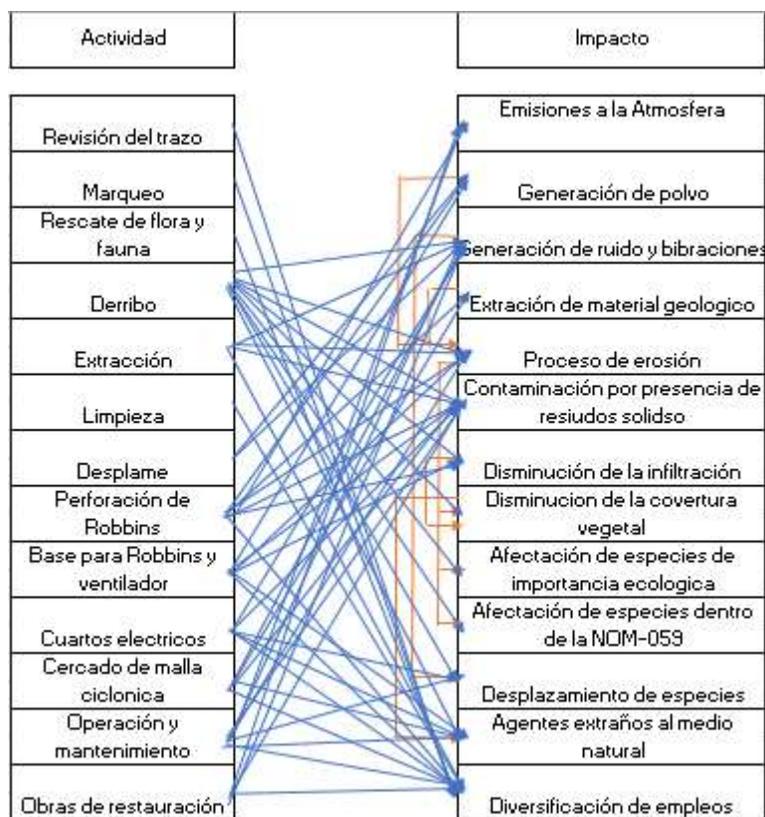


Figura V-5. Interacción del proyecto con los impactos generados

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos, es muy compleja, pues la relación entre los componentes ambientales es muy estrecha, ya que, al modificar un componente se altera a otros que interactúan dentro de la misma área, como se puede observar en la imagen anterior, todos los impactos que se generan por las actividades que implica el desarrollo del proyecto, están estrechamente relacionadas. La interacción más relevante es la que se presenta entre el impacto por la pérdida de suelo y pérdida de vegetación, pues al perder suelo, se pierde la capa fértil, ocasionando la desertificación y por lo tanto la pérdida de vegetación, la cual ocasiona que las especies de fauna se desplacen hacia otros sitios rompiendo la cadena trófica pues, de los individuos que se desplacen pueden depender otros depredadores que se van siguiendo a su presa, o por el contrario poblaciones de alguna especie pueden convertirse en plagas al no tener un depredador. Así mismo, la pérdida de vegetación disminuye la calidad del aire aumentando la contaminación y a su vez modificando el microclima del área, lo que conlleva nuevamente a la afectación de vegetación y fauna.

La evaluación de impacto ambiental puede ser de manera cualitativa o cuantitativa. En el primer caso es más simple, sin embargo, no es muy recomendable, pues en esta solo se identifican los componentes que pueden ser afectados en cada etapa del proyecto, pero no se define el grado de afectación, por lo que los métodos que aplican valores numéricos son más recomendados, pues al tener un parámetro medible se puede aplicar a cualquier proyecto y hacer comparaciones.

Para el presente proyecto se utilizó la lista de verificación, para identificar los posibles impactos y el cuadro de contingencia para darle un valor de importancia, el uso de estas metodologías tiene diferentes ventajas, tales como:

- En la lista de verificación se puede identificar y describir el ambiente afectado, así como ubicar la magnitud de los resultados obtenidos.
- Los cuadros de contingencia, nos permiten analizar de manera cuantitativa y pueden ser comparados indistintamente con otros proyectos sin importar su tipo o quiénes lo realizaron.

- Es un método sistematizado para la comparación de alternativas. De alguna manera induce a la decisión, dado que se obtiene la cifra de alteración de calidad ambiental para cada alternativa.

Así mismo, la metodología empleada nos permite:

- La posibilidad de priorizar los impactos ambientales de acuerdo con su capacidad para interactuar con otros impactos (secundarios, terciarios, etc.).
- La posibilidad de direccionar los planes de manejo hacia la prevención de los impactos de mayor complejidad, reduciendo por ende la importancia de sus impactos derivados.

El modelo presenta un nivel de certidumbre alto, dado que para cada componente ambiental se han aplicado metodologías que proporcionan datos reales en cuanto al grado de afectación por el desarrollo de la obra como son la estimación del volumen de vegetación a remover a través del inventario de campo, la pérdida de suelo, afectación de cauces, condiciones físicas y biológicas, mediante el uso de cartografía actualizada por el INEGI, por lo que se sabe con mayor certeza el impacto que se generará y a partir de estos cálculos se proponen las medidas de prevención, restauración y mitigación para cada componente.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como se observó, en la mayor parte del proyecto, los impactos ambientales no son significativos en el ámbito regional, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan sobre el **aire, fauna, paisaje, flora y vegetación.**

### VI.1 Descripción de la medida o programas de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

#### VI.1.1 Medidas preventivas

Cuadro VI-1. Medidas preventivas

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
Aire	Mantenimiento preventivo	Controlar las emisiones a la atmosfera	Talleres y empresas especializadas	De manera trimestral o cuando así se requiera. En las etapas de preparación y construcción.	Afinación de vehículos	CO (250 PPM), SO2 (5 PPM) NO2 (5 PPM), FORMALDEHIDO (10 PPM)	Límites ligeramente mayores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Límites superiores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Dejar de usar los vehículos hasta que no se realicen las reparaciones y afinaciones indicadas.
	Prohibir el uso de fuego	Evitar las emisiones de humo.	Dentro del polígono propuesto para el proyecto y alrededores	Diariamente Durante la etapa de preparación.	Para evitar el uso de fuego durante la eliminación de vegetación se utilizarán motosierras para individuos mayores y machetes para la vegetación menor. Se vigilará a los trabajadores para que no realicen fogatas en áreas cubiertas de vegetación.	Aire limpio y sin malos olores.	Presencia de incendios en el área del proyecto.	Quemar los residuos de vegetación o residuos sólidos.	Apagar completamente el fuego y avisar al promovente sobre la falta para que tome medidas con sus trabajadores.
	Riego de caminos	Disminuir la emisión de partículas de polvo al aire	Dentro de las áreas de trabajo y recorrido del camión de transporte del material estéril hacia el banco de depósito.	Cuando se realice el transporte de mineral y cuando se realice el movimiento de vehículos dentro de las áreas de trabajo.	Una vez llena la caja del volteo, el mineral será cubierto con lonas para evitar que durante el recorrido el aire pueda levantar partículas del mineral y este sea depositado a lo largo del camino.	Ambiente libre de polvos	Descuido en el manejo del material.	Acumulación de polvos a los lados del camino o la vegetación aledaña al polígono del proyecto.	Dejar de transitar y dar aviso al promovente para que atienda el caso.

Robbins, Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Dgo.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medida de urgencia
	Uso de silenciadores	Disminuir los niveles de ruido por el movimiento vehicular	Dentro de las áreas de trabajo	Antes de iniciar las actividades del proyecto con revisiones semestrales	Antes de iniciar con las actividades del proyecto promovente deberá dar mantenimiento a sus vehículos y revisar que cuenten con silenciadores en buen estado o cambiarlos si es necesario.	Intensidades de ruido bajas	Aumento en los niveles de ruido	Silenciadores en mal estado que provocan ruidos elevados	Limitar el uso del vehículo y enviarlo a su mantenimiento
	Limitar el movimiento de vehículos	Evitar erosión de caminos y compactación de otras áreas.	Dentro de las áreas de trabajo.	Monitoreo diario durante la jornada de trabajo.	Los caminos autorizados cuentan con los señalamientos para que se pueda circular libremente y con las precauciones necesarias. Durante las jornadas de trabajo en las que se tenga que mover los vehículos, se verificara que se muevan solo por los caminos señalizados y si es muy necesario.	Caminos en buen estado.	Caminos en mal estado y nuevas brechas sin autorización	Nuevas brechas dentro de las áreas de trabajo o de acceso a las áreas de los robbins.	Prohibir la circulación por las nuevas brechas generadas y restaurar las áreas si es necesario.
Suelo	Evitar la contaminación del suelo por residuos peligrosos.	Disminuir la contaminación por residuos peligrosos	Mantenimiento en talleres especializados	Antes de iniciar las actividades diarias	Para evitar las reparaciones dentro de las áreas de trabajo, se dará mantenimiento mensual a los vehículos en un taller especializado. En caso de realizar reparaciones dentro del área de trabajo, se utilizarán trapos absorbentes para evitar que los posibles derrames vayan directamente al suelo y de ser el caso este será recolectado y almacenado en un contenedor para posteriormente ser entregado a una empresa autorizada para su reciclado o confinamiento final en la ciudad de Durango.	Suelo libre de contaminantes	Fallas en los vehículos	Falta de atención al vehículo y derrames de aceite dentro de las áreas de trabajo	Dejar de transitar con el vehículo en mal estado y hacer las reparaciones necesarias o llevarlo al taller más cercano.
	Evitar la contaminación por residuos sólidos	Disminuir la contaminación por residuos sólidos	Dentro de las áreas propuestas para los robbins	Diariamente durante la jornada laboral.	Se colocarán recipientes para el almacenamiento de los residuos en los cuales se promueva el reciclaje, cada semana serán colectados y los que no sean susceptibles de reciclaje, serán	Áreas libres de residuos	Falta de contenedores	Residuos dispersos por las áreas de trabajo.	Recolectar los residuos y depositarlos al relleno sanitario.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisibles	Medida de urgencia
					llevados al relleno sanitario autorizado.				
Vegetación	Protección de la vegetación adyacente al proyecto	Mantener la cobertura vegetal para protección del suelo	Límites del polígono propuesto para el proyecto.	Durante el desmonte en la etapa de preparación	Derribar la vegetación mediante la técnica de derribo direccional para evitar daños a la vegetación dentro de los límites del proyecto. Solo se utilizará motosierra y machete para el derribo de tal manera que no se utilice fuego para evitar mayor daño a la vegetación y al aire.	Áreas bien delimitadas.	Desmontes innecesarios	Daño a la vegetación fuera del área del proyecto	Promover la regeneración natural o en su caso aplicar una reforestación dentro de las áreas afectadas.
	Respetar la NOM-059-SEMARNAT 2010 y su proyecto de modificación	Mantener la biodiversidad dentro de la zona.	Dentro de los polígonos propuestos para el proyecto	Antes de iniciar la etapa de preparación	Al momento de iniciar con las actividades de desmonte se identificarán las especies que se encuentran dentro de la NOM, para aplicar el programa de rescate y reubicación. Este programa consiste en extraer la planta con la mayor cantidad de suelo y la raíz completamente para que al momento del trasplante se adapte con mayor facilidad. El sitio de trasplante tendrá las mismas condiciones del sitio de extracción y la planta se trasplantará el mismo día de su extracción para evitar daños.	Rescate de especies	Daño de especies en riesgo	Muerte de especies bajo protección	Reforestación de especies afectadas.
Fauna	Prohibir la cacería	Mantener la diversidad de fauna en la zona	Dentro de la superficie considerada para el proyecto y alrededores	Diariamente durante el desarrollo de las actividades en las etapas de preparación y construcción	Se le darán pláticas al personal sobre la importancia de la protección de la fauna silvestre. Antes de iniciar las actividades se realizará el ahuyentamiento mediante la realización del mayor ruido posible para evitar accidentes al momento de realizar las maniobras, así mismo, se colocará un letrero sobre la protección de la fauna para	Diversidad de fauna	Cacería por parte de los trabajadores.	Afectación a la fauna	Creación de refugios y zonas de alimentación.

Componente ambiental	Medida	Objetivo	Sitio de realización	Momento de la ejecución	Actividades y técnicas	Indicador	Umbral de alerta	Umbral inadmisible	Medida de urgencia
					concientizar a las personas que transiten por la zona.				
Paisaje	Limitar el proyecto a las áreas autorizadas	Evitar una mayor fragmentación del paisaje	Dentro del área autorizada para el proyecto	En la etapa de preparación y construcción	Al momento de realizar el desmonte se limitará a las áreas autorizadas para disminuir el cambio que se generará por las áreas desmontadas	Cambio en el paisaje poco perceptible	Eliminación de vegetación fuera de los límites	Fragmentación del hábitat	Reforestar las áreas afectadas.

Dentro de las medidas de prevención se contempla un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se anexa al presente documento.

### VI.1.2 Descripción de las medidas de remediación.

No se contemplan medidas en este sentido ya que ante todo se aplicarán aquellas tendientes a prevenir la magnitud de los impactos ambientales que se generen en el establecimiento del proyecto. En este sentido solo se establecerá dentro del contrato para la ejecución del proyecto, los mecanismos legales que aseguren que la compañía constructora cumplirá con los términos y las disposiciones contenidas en el presente manifiesto al impacto ambiental.

#### VI.1.1 Descripción de las medidas de rehabilitación.

Probablemente las medidas de rehabilitación se apliquen al término de la vida útil del proyecto, pues en esta etapa cuando nos podremos dar cuenta de las áreas que requieren de rehabilitación, sin embargo, esto se evitará desde el inicio del proyecto aplicando las medidas de prevención.

#### VI.1.2 Descripción de las medidas de compensación y restauración

Estas medidas se establecerán fuera del área del proyecto, puesto que dentro del área del proyecto no se podrán realizar actividades en tanto los robbins estén en funcionamiento, por lo tanto, se procederá a realizar las siguientes medidas:

- ⇒ **Suelo**
- ✓ **Medida:** Obras de restauración

**Objetivo:** Realizar presas de control de azolves para evitar la formación de cárcavas

**Sitio de realización:** áreas aledañas al polígono del proyecto dentro de las siguientes coordenadas:

Cuadro VI-2. Sitio para la construcción de las presas filtrantes

Id	OBRA	Superficie/Meta	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
3	Presas Control de Azolves	150 m <sup>3</sup>	1	356988.80	2775573.91
			2	357000.59	2775589.63
			3	357003.57	2775609.81
			4	357005.92	2775624.18
			5	357012.54	2775647.72
			6	357014.65	2775666.77
			7	357018.36	2775692.44
			8	357016.50	2775721.81
			9	357004.33	2775737.15
			10	356990.39	2775755.28
			11	356971.34	2775773.53
			12	356980.07	2775779.49
			13	356996.34	2775762.82
			14	357013.41	2775744.16
			15	357028.09	2775726.31
			16	357029.68	2775692.17
			17	357025.31	2775666.77
			18	357022.93	2775648.91
			19	357017.38	2775624.71
			20	357016.98	2775607.24
			21	357011.03	2775583.83
			22	357000.71	2775565.97
			23	356988.80	2775573.91

**Momento de la ejecución:** Al siguiente año de obtener la autorización e iniciar con las actividades de preparación del sitio.

**Actividades y técnicas:** Las presas Control de azolves tendrán medidas promedio de **1.20** metros de largo X **1.0** Metro de Alto X **1.0** Metro de Acho y estarán ubicadas a una equidistancia de **10** Metros. Para el presente proyecto se pretenden realizar **150 m<sup>3</sup>** de presas, previendo algún derrumbe ocasional de las obras lo cual si esto llegase a ocurrir nos permitirá garantizar en cierta medida la retención de suelo para evitar poner en riesgo dicho concepto, pues se estima que con esta cantidad de presas se podrá recuperar un total de **750 toneladas** de suelo, con lo cual se garantiza que se recuperaran las **717.13 toneladas** que se perderán con el desarrollo del proyecto.

La construcción consiste en el acomodo de piedra a lo ancho de la cárcava, de tal manera que los escurrimientos disminuyan su velocidad y el suelo arrastrado se vaya acumulando en la base de la presa para rellenar la zanja.

La construcción se inicia con la excavación de la cárcava para obtener el empotramiento, posteriormente se forma un muro o trinchera al alto de la presa y al ancho del empotramiento, al mismo tiempo se forma el vertedor que permitirá que fluya el agua. Para dar estabilidad al muro de la presa se construye un talud aguas abajo para evitar que la fuerza de la corriente derribe el muro, así mismo, para evitar la erosión de la base de la cárcava por el impacto del agua, se formará un delantal, que consta de la colocación de piedra aguas abajo para frenar la velocidad del agua y evitar el arrastre de suelo.

Para la realización de la obra se consideran 8 trabajadores, los cuales podrán construir las presas en un periodo de 9 días aproximadamente.

**Indicador:** Áreas sin procesos de erosión.

**Umbral de alerta:** Falta de atención a áreas con principios de erosión.

**Umbral inadmisibile:** Presencia de cárcavas y pérdida de áreas con cubierta vegetal.

**Medida de urgencia:** Cabeceo de cárcavas y construcción de presas.

✓ **Medida:** Acordonamiento de material vegetal muerto

**Objetivo:** Realizar el picado y esparcido de material vegetal producto del desmonte

**Sitio de realización:** áreas aledañas al polígono del proyecto con poca cobertura vegetal, dentro de las siguientes coordenadas:

Cuadro VI-3. Área para realizar el acomodo de material vegetal muerto

Id	OBRA	Superficie/Meta	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
4	Acordonamiento Material vegetal	1.28 has	1	357050.7	2775772.0
			2	357050.4	2775670.7
			3	357132.1	2775671.0
			4	357132.1	2775669.2
			5	357048.1	2775668.6
			6	357048.2	2775772.0
			7	357050.7	2775772.0
5	Acordonamiento Material Vegetal	1.28 has	1	357110.6	2775790.7
			2	357110.6	2775789.8
			3	357036.8	2775792.5
			4	357037.0	2775862.4
			5	357038.0	2775862.4
			6	357037.8	2775793.3
			7	357110.6	2775790.7

**Momento de la ejecución:** Al momento de realizar el desmonte, puesto que esto permitirá despejar las áreas para poder iniciar con las actividades propias del proyecto.

**Actividades y técnicas:** El acomodo de material vegetal muerto consiste en cortar el material vegetal resultante del desmonte en pedazos cortos de tal manera que se puedan acomodar de forma perpendicular a la pendiente.

El acomodo de estos materiales en curvas a nivel proporciona protección al suelo, disminuye la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que detiene azolves y favorece la regeneración natural, así mismo, el acomodo del material muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales.

EL proceso inicia con la definición de las curvas de nivel, posteriormente se acarrea el material vegetal, en el caso de los trozos grandes se cortan en trozos pequeños de tal manera que se permita la compactación o acomodo del material de una forma uniforme.

Antes de iniciar con los cordones de material, se colocan estacas que detendrán el material para que no sea arrastrado por la corriente durante la temporada de lluvias. EL material se va acomodando para formar los cordones procurando acomodar el material más grande en la parte de abajo con lo cual se obtendrá mayor estabilidad y habrá mayor retención de suelo.

Cada cordón tendrá una longitud de 50 m a un espaciamiento de 3 o 4 m., con un alto de 40 cm y ancho de 30 a 40 cm dependiendo del material, el acomodo será a tres bolillos con lo cual se disminuye la propagación de incendios en caso de que se presente alguno dentro de la zona.

Para la realización de la obra se consideran 7 trabajadores, los cuales podrán acomodar el material vegetal muerto en un periodo de 8 días aproximadamente.

**Indicador:** Áreas con mayor capa de materia orgánica con indicios de regeneración natural.

**Umbral de alerta:** Material residual muerto amontonado por las áreas de trabajo.

**Umbral inadmisibles:** Falta de atención en el manejo de los residuos vegetales producto del desmonte.

**Medida de urgencia:** Limpieza de las áreas y acomodo del material.

⇒ **Vegetación**

✓ **Medida:** Obras de restauración

**Objetivo:** Realizar una reforestación con especies de la región para recuperar áreas con problemas de erosión.

**Sitio de realización:** Áreas aledañas al proyecto, específicamente dentro de las siguientes coordenadas:

Cuadro VI-4. Sitio propuesto para la reforestación

Id	OBRA	Superficie/Meta	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
1	Reforestacion de Pinus Ayacahuite	2.490	1	357260.1	2775736.3
			2	357272.1	2775748.6
			3	357322.5	2775761.3
			4	357364.4	2775762.8
			5	357403.2	2775758.7
			6	357434.0	2775740.7
			7	357463.1	2775715.6
			8	357485.5	2775677.8
			9	357477.9	2775654.2
			10	357444.2	2775612.9
			11	357421.0	2775571.0
			12	357368.9	2775584.2
			13	357320.1	2775610.1
			14	357332.3	2775705.0
			15	357260.1	2775736.3
2	Reforestacion Pinus Ayacahuite	1.061	1	357184.8	2775498.7
			2	357218.9	2775527.8
			3	357245.1	2775552.1
			4	357272.2	2775572.1

Id	OBRA	Superficie/Meta	Vértice	X (Oeste)	Y (Norte)
			5	357310.9	2775583.8
			6	357339.5	2775555.3
			7	357370.3	2775528.8
			8	357349.9	2775493.2
			9	357321.3	2775469.8
			10	357309.4	2775496.6
			11	357318.1	2775508.0
			12	357317.3	2775526.4
			13	357304.1	2775537.4
			14	357292.0	2775520.0
			15	357271.8	2775512.8
			16	357263.4	2775497.9
			17	357257.0	2775477.4
			18	357248.6	2775460.8
			19	357211.9	2775478.4
			20	357184.8	2775498.7

**Momento de la ejecución:** Durante la temporada de lluvias al siguiente año de iniciar con las actividades del proyecto.

**Actividades y técnicas:** EL método de siembra para la reforestación es por **cepa común** el cual consiste en la excavación de una cepa de 40 cm de ancho, de largo y profundidad, la cual es posible que se realice de manera manual (azadón, pala, pico y barreta). La plantación se realiza con la apertura de la cepa y la colocación de la planta se realiza en el centro de la cepa colocando la tierra superficial en los lados de la misma.

Las plantas deben estar libres de plagas y enfermedades, para evitar que se propague en los individuos locales, así como una mayor adaptación al nuevo sitio.

Las especies para la reforestación son:

Cuadro VI-5. Especies a reforestar

ID	Superficie (ha)	Densidad /ha	Cantidad	Método	Especie
1	3.5	1,100	3,850	Siembra directa	<i>Pinus ayacahuite</i>

**Indicador:** 100 % de las plantas plantadas sobreviven.

**Umbral de alerta:** Muerte de algunas plantas.

**Umbral inadmisibles:** menos del 90 % de plantas sobreviven

**Medida de urgencia:** Reemplazar las plantas muertas.

EL programa de reforestación completo se anexa al presente documento.

### VI.1.3 Actividades de mitigación en las diferentes etapas del proyecto

Las principales medidas de mitigación para los diferentes componentes ambientales de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

Cuadro VI-6. Actividades de mitigación en las diferentes actividades del proyecto

Componente	Impacto	Tipo de medida de mitigación	Etapas en que se requiere y su duración	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones de operación y mantenimiento	Supervisión
Flora	Disminución de cobertura vegetal	<b>PREVENTIVA</b> Evitar derribo en áreas fuera del proyecto	Preparación construcción	La reforestación permitirá aumentar la densidad y	Seleccionar las plantas más vigorosas y sanas para la reforestación	Personal técnico del proyecto, responsable

Componente	Impacto	Tipo de medida de mitigación	Etapas en que se requiere y su duración	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones de operación y mantenimiento	Supervisión
		<p><b>COMPENSATORIA</b></p> <p>Reforestación de 3.5 ha de <i>Pinus ayacahuite</i>.</p> <p>Rescate y reubicación de 368 individuos de <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), 17 de <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China) y 1 de <i>Complejo Rubus fruticosus</i> (Zarzamora)</p>		mantener la biodiversidad	con lo cual se garantiza su sobrevivencia.	técnico.
	Afectación de especies de importancia ecológica	<p><b>PREVENTIVA</b></p> <p>Evitar el derribo en áreas fuera del proyecto.</p> <p><b>COMPENSATORIA</b></p> <p>Reforestación de especies con menor índice de valor de importancia ecológica.</p>	Preparación	Prevención y cuidado de especies en áreas aledañas	Verificar que las plantas a reforestar estén sanas y vigorosas.	Personal técnico del proyecto minero y CONAFOR
Suelo	Procesos de erosión	<p><b>COMPENSATORIA</b></p> <p>Establecimiento de 150 m<sup>3</sup> de presas de control de azolves.</p> <p>Acordonamiento de 1.28 ha con material vegetal muerto</p> <p>Reforestación de áreas aledañas</p>	Preparación Construcción	Con las obras se podrá retener el arrastre de partículas para evitar la formación de cárcavas.	Se coleccionarán piedras de la misma zona para realizar las obras. Productos del derribo de vegetación. Plantas nativas.	Responsable del proyecto
	Contaminación por residuos domésticos	<p><b>PREVENTIVA</b></p> <p>Capacitación a todo el personal.</p> <p>Recolección de residuos sólidos y confinados en el relleno sanitario autorizado</p>	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Evitar la contaminación de suelo recolectando todos los residuos que pudieran generarse.	Manejo del relleno sanitario de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT	Responsable del proyecto
	Contaminación por residuos sólidos peligrosos	<p><b>PREVENTIVA</b></p> <p>Mantenimiento preventivo a vehículos en el taller autorizado.</p> <p>Recolección de residuos.</p>	Preparación, construcción, operación y mantenimiento, abandono	Evitar la contaminación del suelo con el uso de trapos absorbentes. Recolección y disposición de residuos dentro del almacén temporal.	Control de residuos de acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT	Responsable del proyecto y PROFEPA
Aire	Generación de polvo	<p><b>PREVENCIÓN</b></p> <p>Rociar con agua los caminos</p>	Preparación, construcción, operación y	Reducción de polvos por la humedad de los caminos y evitar erosión de los	Utilizar técnicas relacionadas para control de la erosión.	Personal técnico del proyecto minero

Componente	Impacto	Tipo de medida de mitigación	Etapas en que se requiere y su duración	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones de operación y mantenimiento	Supervisión
			mantenimiento	misimos.		
	Generación de Ruido y vibraciones	<b>PREVENTIVA</b> Mantenimiento en los equipos. Sistemas de control uso de silenciadores. Uso de protección auditiva.	Preparación del sitio, construcción y operación	Reducción de ruido por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los fabricantes de los equipos. Cumplir con las NOM- 080 y 081 SEMARNAT	Personal técnico del proyecto.
	Emissiones de gases	<b>PREVENTIVA</b> Mantenimiento a los equipos y vehículos	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Se reducen las emisiones por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los fabricantes de los equipos. Cumplir con la NOM- 45 047 SEMARNAT	Personal técnico del proyecto
Fauna	Afectación de especies dentro de la NOM-059	<b>PREVENTIVA</b> Prohibición de caza Rescate y reubicación de individuos	Preparación del sitio, construcción, Operación y mantenimiento	Menor cantidad de especies cazadas Se evitará la muerte de individuos mediante el rescate y reubicación en lugares similares.	De acuerdo a la metodología propuesta dentro del programa de rescate y reubicación.	Personal técnico del proyecto
	Desplazamiento de individuos	<b>PREVENTIVA</b> Rescate y reubicación de individuos	Preparación	Al desplazar a las especies del lugar se presentarán menos accidentes	De acuerdo a la metodología propuesta dentro del programa de rescate y reubicación	Personal técnico del proyecto
Sociedad	Empleo	Creación de empleos directos e indirectos	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono	Empleo a largo plazo y bien remunerado	De acuerdo a normatividad vigente	Personal técnico del proyecto
Paisaje	Impacto visual	<b>COMPENSACIÓN</b> Reforestación de otras áreas degradadas	Preparación y construcción	Devolver al entorno su naturalidad	De acuerdo a las técnicas recomendadas por el asesor	Personal técnico del proyecto y CONAFOR

### VI.1.3.1 Cronograma de actividades para las obras de prevención y restauración

De manera general las actividades serán desarrolladas en conjunto con el desarrollo del proyecto, conforme se vaya considerando, como ejemplo, el acordonamiento se realizará inmediatamente después del derribo de vegetación durante la etapa de preparación, el resto de actividades se llevará a cabo a partir del siguiente año.

Cuadro VI-7. Cronograma general de actividades para las obras de restauración

Obra	Meta	Unidad	Años					Observaciones
			1	2	3	4	5	
Presas de control de azolves	150	m3		X				Durante los Meses de Abril-Julio

Obra	Meta	Unidad	Años					Observaciones
			1	2	3	4	5	
Acordonamiento	1.28	Has	X					Durante la etapa de preparación del Sitio
Reforestación	3.5	Has		X	X			Meses de julio-septiembre
Colocación de carteles	2	Cartel	X					Un mes después de la autorización
Rescate de individuos	386	Ind	X					Una Semana antes del derribo
Mantenimiento	1	Adim	X				X	Cada 5 años o cuando sea requerido.
Informes	5	Documento	X	X	X	X	X	Informes Anuales durante 5 años.

En el **Anexo 5f** se presenta el plano de las obras de restauración.

Los costos para las obras de prevención y restauración se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro VI-8, Costo de las obras de restauración

OBRA	CONCEPTO	UNIDAD	MEDIDA	META	Tiempo	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Presas Filtrantes	Mano de obra	8	Trabajadores	150 m <sup>3</sup>	9	550	82,500.00
	Combustible	135	Litros			20.01	2,701.35
	Alimentación	8	Trabajadores			760	6,840.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	8,550.00
Acomodo de Material Muerto en curvas a nivel	Mano de obra	7	Trabajadores	1.28 has	8	4,560	5,836.80
	Combustible	145	Litros			20.01	2,901.45
	Alimentación	7	Trabajadores			665	5,320.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	7,600.00
Reforestación ( <i>Pinus ayacahuite</i> )	Compra de Planta	3,850	Plantas	3.5 has	9	8	30,800.00
	Mano de obra	8	Trabajadores			2400	21,600.00
	Combustible	150	Litros			20.01	3,001.50
	Alimentación	8	Trabajadores			760	6,840.00
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	8,550.00
Rescate de Individuos ( <i>Mintostachys mollis</i> , Complejo <i>Rubus fruticosus</i> y <i>Polygala paniculata</i> )	Rescate	386	Individuos	386 ind	3	150	57900
	Siembra de individuos	2	Trabajadores			600	1800
	Combustible	120	Litros			20.01	2401.2
	Alimentación	2	Trabajadores			190	570
	Asesoría Técnica	Adim	Adim			950	2850
Cartelones Alusivos	Cartelón	2	Cartelón	2	8	3200	6400
							<b>264,962.30</b>

### VI.1.3.2 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.

Uno de los impactos residuales de mayor presencia en este proyecto será la remoción de vegetación y modificación del paisaje ya que se observará un panorama muy distinto al original.

En gran medida el cumplimiento de los programas de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **significativos o residuales**.

En el presente proyecto los impactos residuales son:

- a) La pérdida de vegetación es un impacto que se queda como residual ya que no se podrá recuperar aquella que se removió en la superficie para la construcción de las obras y aunque se reforeste cerca de esta no será lo mismo sin la que estaba de forma natural, además con la eliminación de la vegetación también se modifica el hábitat de la fauna, pues se abrirán espacios que pueden romper la conectividad, pues algunas especies prefieren sitios cubiertos de vegetación para refugiarse de los depredadores y se mantendrá así durante la vida útil del proyecto.
- b) La percepción visual será otro impacto residual, pues habrá un camino amplio que mostrará los límites entre las áreas desmontadas y la vegetación natural, los robins y su infraestructura, serán permanentes, lo que permitirá observarla durante la vida útil del proyecto, sin embargo no serán muy perceptibles, dado que se trata de una obra subterránea aunque será permanente y no se recuperará el material extraído hasta que este sea relleno con material de tepetate lo cual será una vez que la mina deje de funcionar.

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) Muestreos de flora y fauna (índices de Shannon).
- b) Informes sobre situación ambiental del proyecto y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- c) Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.
- d) Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

El **desmonte** tendrá invariablemente impactos residuales debido a la magnitud del impacto con respecto a los demás generados, la única posibilidad para este impacto es que al momento de cumplir con la vida útil se realicen las obras de restauración adecuadas para minimizar los cambios generados.

Se puede considerar que los impactos generados por la obra en su mayoría son compatibles, puntuales, reversibles y perfectamente mitigables. Los trabajos de prevención y mitigación pueden aprovecharse para realizar una 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 presente proyecto.

La transformación escénica generada por el cambio de uso de suelo, puede considerarse como una esperanza para abatir en algo la marginación y pobreza de la región, pues se generan empleos directos e indirectos, además se obtiene un beneficio social al mantener las áreas de trabajo en óptimas condiciones para reducir riesgos laborales.

Con relación al costo ambiental y con base en el trabajo de investigación y el análisis realizado, se puede considerar que dicho costo es muy bajo con relación al beneficio social.

Con el análisis del mapa agrario, límites político administrativos, límites de la provincia fisiográfica - florística, límites de las cuencas, subcuencas, microcuencas, UGAS, 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 derribó la vegetación natural, mismos que están señalados en todos los mapas presentados, mientras que el beneficio social es de carácter amplio.

No obstante, con fines cuantitativos comparativos sobre el mapa de uso de suelo y vegetación hemos definido como límites del área de influencia todas las coordenadas extremas, ubicada ésta sobre las sub-microcuencas de influencia.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la proyección de los pronósticos ambientales, se utilizaron las mismas metodologías que para la determinación actual de los componentes ambientales, por lo que a continuación se describe cual será el estado futuro de los componentes ambientales después de aplicar las medidas propuestas, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados para cada componente:

### VII.1 Aire

#### ➤ Emisiones de polvos y gases

Para compensar la generación de contaminación y emisiones a la atmosfera por el uso de vehículos, se propone el establecimiento de una reforestación con especies nativas y de fácil adaptación, de acuerdo al cálculo de la captura de carbono, en el área se dejará de producir **134,687.92 m<sup>3</sup>** de aire limpio y **15.758 ton** de carbono, sin embargo, realizando un cálculo con una reforestación de **3.5 ha** se podrá generar **17.5 toneladas** de carbono y se podrá recuperar **149,572.64 m<sup>3</sup>** de aire limpio.

El cálculo se realizó con la reforestación de 3.5 ha, por lo cual se garantiza que se mantendrá un ambiente libre de contaminantes, en el siguiente cuadro se pueden observar los cálculos obtenidos del análisis.

Cuadro VII-1. Aire limpio con reforestación

Vegetación	Carbono (Ton)	Volumen de aire (m <sup>3</sup> )	Superficie de Reforestación	Carbono con reforestación	Aire Limpio con reforestación
Pino y Encino >10 cm	14.38	134,687.9225	3.5	17.50	149,572.64
Arbustos Zacates <10 cm	1.38				

Si se realiza el cálculo para una superficie de 3.5 ha de reforestación, el aire recuperado es mucho mayor al que se dejara de generar por la eliminación de la vegetación dentro del área del proyecto. Con esto se puede asegurar que los polvos y gases se podrán absorber con las plantas sembradas por lo que el pronóstico es una calidad de aire estable.

#### ➤ Generación de ruido y vibraciones

En el caso de la generación de ruido y vibraciones, el análisis de decibeles se realizara una vez que se inicie con las actividades, aunque se espera un incremento en la generación de ruido, por el uso de maquinaria y los propios ventiladores, dado que en base a otra área donde funciona un robbins se tienen intensidades de 51 a 81 decibeles, sin embargo estos están alejados de la población y no afectan directamente a los habitantes, por lo tanto el pronóstico para la generación de ruido se considera similar al actual.

### VII.2 Geoformas

#### ➤ Extracción de material geológico

Dado que el material extraído de los robbins, será depositado en el banco de material autorizado, en donde se utiliza el suelo, para obras de restauración dentro de las mismas áreas de operación de la empresa minera, es posible que no se recupere el suelo extraído, sin embargo, al ser una empresa bien establecida, la explotación de minas subterráneas es continua y se genera una cantidad de suelo estéril producto de la explotación, el cual se podrá utilizar para el relleno de los robbins, por lo tanto, el escenario para este componente es estable.

### VII.3 Suelo

#### ➤ Procesos de erosión

La erosión hídrica generada con el desarrollo del proyecto es de **717.13 toneladas**, para lo cual se propone el establecimiento de presas filtrantes, las cuales podrán ayudar a recuperar el suelo. En total se propone el establecimiento de **150 m<sup>3</sup>** de presas con lo cual se podrá recuperar **750 toneladas** de suelo, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro VII-2. Recuperación de suelo por erosión hídrica

<b>Medida de Presa</b>	1.20x1x1	1.20 Metros cúbicos
<b>Cuántas Presas Hacer</b>	119.522	Presas
<b>Cuántos metros de Presa</b>	<b>143.426</b>	Metros cúbicos
<b>Obras propuestas en proyecto</b>	<b>150</b>	metros cúbicos
<b>Suelo retenido con las obras</b>	<b>750</b>	<b>Toneladas</b>

Por lo tanto, el escenario para este componente es mejor al actual, puesto que además de recuperar mayor cantidad de suelo, se podrán restaurar áreas que fueron afectadas por actividades diferentes a las del desarrollo del proyecto.

En el caso de la erosión eólica, con el desarrollo del proyecto se estará perdiendo una capa de suelo de **78.34 ton.**, lo cual representa una pérdida de **37.76 ton** respecto a la erosión actual (40.58 ton), si se realiza el cálculo de la pérdida de suelo dentro de un área que requiere de reforestación se obtendría que actualmente está perdiendo **50.32 ton.**, si reforestamos esta área (3.5 ha) se podría recuperar el suelo a **45.29 ton**, se garantiza que se tendrá una ganancia de **7.53 ton** respecto a la pérdida con proyecto, como se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro VII-3. Erosión eólica actual dentro del área propuesta a reforestación

PECRE	-1.964		Periodo de Crecimiento
IAVIE	162.33		Índice de Agresividad del Viento
CATEX Área de reforestación	0.62		Capa de textura y Fase de Suelos
CAUSO Área de reforestación	0.50		Calificación de Uso de Suelo
<b>Erosión eólica en área de reforestación</b>	<b>50.32</b>		<b>Ton/ha/año</b>

Cuadro VII-4. Erosión eólica después de la reforestación

PECRE	-1.964		Periodo de Crecimiento
IAVIE	162.33		Índice de Agresividad del Viento
CATEX Área de reforestación	0.62		Capa de textura y Fase de Suelos
CAUSO Área de reforestación	0.20		Calificación de Uso de Suelo
Erosión Eólica realizada la reforestación	<b>20.13</b>		<b>Ton/ha/año</b>
<b>Ganancia en suelo</b>	<b>30.19</b>		<b>Toneladas/ha/año</b>
Superficie de reforestación	1.5		Superficie a reforestar
<b>Suelo recuperado total con reforestación</b>	<b>45.290</b>		<b>Toneladas</b>

En base a los cálculos anteriores, se considera que el pronóstico para el componente suelo será estable después de la realización del proyecto.

#### ➤ Contaminación por la presencia de residuos sólidos

El pronóstico para este componente se considera similar al actual, puesto que la empresa minera cuenta con un programa de manejo de residuos sólidos, en el cual se depositan los residuos dentro del relleno autorizado.

#### ➤ Contaminación de suelos por residuos peligrosos

Cada área propuesta para los robbins, contempla un almacén temporal de residuos peligrosos, los cuales serán colectados junto con el resto de los residuos de la mina para entregarlos a una empresa autorizada para su confinamiento final, por lo que el pronóstico es similar al actual.

### VII.4 Agua

#### ➤ Disminución de la infiltración

El agua se verá afectada en cuanto a la disminución de infiltración, pues habrá mayor escurrimiento y mayor evapotranspiración, según los cálculos, la erosión con el proyecto disminuirá de **9,535.81 m<sup>3</sup>** a **9,148.55 m<sup>3</sup>**, lo cual representa una disminución de **387.26 m<sup>3</sup>/año** (4.06%), para recuperar esta pérdida se propone una reforestación y si se considera una superficie de **1.5 ha** se puede recuperar mayor cantidad de agua infiltrada

pues habrá mayor cobertura vegetal que disminuya la velocidad de la escorrentía y menor evapotranspiración, pues la vegetación evitara que el sol llegue directamente al suelo.

Los cálculos para la infiltración con reforestación se realizaron siguiendo la misma metodología propuesta en la NOM-011-CNA-2015 y los resultados son los siguientes:

**Precipitación** = 1387.00 mm

**Evapotranspiración** = 0.60 m/año

➤ **Escurrimiento superficial**

Considerando que no se modificara el tipo de suelo este es el mismo que sin el proyecto.

Cuadro VII-5. Clasificación del tipo de suelo

Característica	Tipo de suelo	Proyecto		Reforestación	
		Superficie (m <sup>2</sup> )	%	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos	B	12,870.0	100.0	15000.00	100
	Total	12,870.0		15000.00	

Para los valores de **K** el valor cambia pues las condiciones del área de reforestación son considerando que no hay poca cubierta vegetal y posteriormente la cubierta vegetal aumentara con la reforestación, por lo que los valores son los siguientes:

Uso de suelo y vegetación	Tipo de suelo	Superficie proyecto (ha)	K sin proyecto	K con proyecto	Superficie reforestación (ha)	K sin reforestación	K con reforestación
Áreas desprovistas de vegetación	B	NP	NP	NP	1.50	0.28	0.22
BP	B	1.287	0.24	0.28	NP	NP	NP
	<b>K ponderado</b>		<b>0.24</b>	<b>0.28</b>		<b>0.28</b>	<b>0.22</b>

Por lo tanto, el valor de **Ce** y **Vm** también se modifican conforme al siguiente cuadro:

Parámetro	Sin proyecto	Con proyecto	Sin reforestación	Con reforestación	Unidad
Coefficiente de escurrimiento (Ce)	0.030	0.052	0.052	0.019	adim
Volumen medio anual (Vm)	538.49	925.75	1,078.96	401.94	m <sup>3</sup> /año

Haciendo el cálculo para el balance hídrico se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro VII-6. Balance hídrico antes y después de realizar el proyecto

Variable	Sin proyecto		Con proyecto	
	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%
Precipitación	17,850.69	100.0	17,850.69	100.0
Evapotranspiración	7,776.38	43.6	7,776.38	43.6
Escurrimiento	538.49	3.0	925.75	5.2
Infiltración	<b>9,535.81</b>	53.4	<b>9,148.55</b>	51.3

Cuadro VII-7. Balance hídrico actual y con reforestación

Variable	Sin reforestación		Con reforestación	
	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%
Precipitación	20,805.00	100.0	20,805.00	100.0
Evapotranspiración	9,063.39	43.6	9,063.39	43.6
Escurrimiento	1,078.96	5.2	401.94	1.9

Variable	Sin reforestación		Con reforestación	
	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%	Volumen(m <sup>3</sup> /año)	%
Infiltración	10,662.65	51.3	11,339.68	54.5

Como se puede observar, la pérdida de infiltración dentro del área del proyecto es de **387.26 m<sup>3</sup>**, mientras que cuando se realiza una reforestación dentro de una superficie con poca cubierta vegetal se estaría ganando **667.03 m<sup>3</sup>**, lo cual indica que se estarían recuperando **279.77 m<sup>3</sup> con la medida de restauración**, por lo tanto, el pronóstico es estable para este componente.

### VII.5 Fauna

#### ➤ Afectación de Especies en la NOM-059

Si se realizan las acciones de prevención propuestas se puede mantener el hábitat de la fauna para que pueda seguir su desarrollo. El pronóstico para este componente es estable, pues al ser un área muy transitada y con mucho ruido, las especies de fauna se desplazan a zonas más aisladas.

#### ➤ Desplazamiento de las especies

El escenario para este impacto es similar al actual, pues durante varios años la empresa realiza actividades dentro de esta zona, lo cual ha ocasionado que la fauna se desplace hacia los alrededores de las áreas, para su protección, aunque, no se descarta la posibilidad de encontrar algunas especies menores pues pueden estar acostumbradas al ruido y tráfico de personas y vehículos.

### VII.6 Vegetación

#### ➤ Disminución de cobertura vegetal

La vegetación a eliminar consiste en 117 individuos de diámetros mayores a 10 cm, y 962 individuos menores en los cuales se incluyen hierbas y pastos. La propuesta para compensar esta pérdida es la reforestación de **3.5 ha** con especies de pino en una densidad de 1,100 plantas por ha., lo cual garantiza que se recuperara la mayor parte de la vegetación arbórea derribada, en el caso de las herbáceas estas son anuales y se pueden regenerar por si solas. El pronóstico para este componente es un incremento en la cobertura vegetal, pues se reforestará una superficie mayor a la desmontada.

#### ➤ Afectación de especies dentro de la NOM-059

Las especies dentro de la NOM-059 serán rescatadas y reubicadas en un sitio con características similares a las del sitio actual, por lo que se mantendrá la diversidad de la zona y la abundancia de las especies. El escenario es estable para este impacto.

#### ➤ Afectación de Especies de importancia ecológica

Se rescatarán y reubicarán 368 individuos de *Minthostachys mollis* (Poleo), 1 de Complejo *Rubus fruticosus* (Zarzamora) y 17 de *Polygala paniculata* (*Escobilla China*), con lo cual se garantiza mantener la distribución y abundancia de las especies a nivel regional, por lo que el escenario será igual al actual.

### VII.7 Paisaje

#### ➤ Agentes extraños al medio natural

La reforestación de áreas desprovistas de vegetación, ayudara a cubrir el cambio generado por el desmonte y la infraestructura establecida, aunque el paisaje no será igual al que estaba sin el proyecto por lo que el escenario es un paisaje diferente al actual, pues la empresa minera está demandando mayor infraestructura para poder realizar las actividades de explotación y beneficio, lo cual no solo beneficia a los propietarios de la mina, si no a los habitantes locales y regionales, pues representa la principal fuente de empleo para los habitantes de Ciénega de Nuestra Señora y sus alrededores.

## VII.8 Sociedad

### ➤ Diversificación de empleos.

El pronóstico para este impacto es mejor que el actual, pues se seguirán incrementando los servicios para los habitantes locales y se mejorarán sus condiciones de vida al seguir manteniendo una fuente de empleo bien remunerada. Si se realiza una proyección al final de la vida útil del proyecto, mediante la ecuación del método de proyección aritmético:

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

$$P_f = P_2 + K_a * (T - t_2)$$

Donde:

$K_a$  = constante del incremento de población en la unidad de tiempo

$P_{1,2}$  = población

$t_{1,2}$  tiempo

$P_f$  = población final

La proyección es a un aumento de la población muy alto, dadas las oportunidades que se dan por parte de la empresa minera. La proyección de la población al año 2051 que es la vida útil del proyecto es de 8,772 habitantes dentro del área de influencia del proyecto, lo cual representa el 410 % respecto a la población del censo 2010 (1,720).

Cuadro VII-8. Pronósticos ambientales

Componente	Impacto	Sin proyecto	Con proyecto	Con proyecto y con medidas de mitigación
Aire (Calidad)	Emisiones a la atmosfera	50.29 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 6.9 ppm y NO <sub>2</sub> = 4.4 ppm los datos son un promedio según las revisiones trimestrales del presente año.	Se podrán incrementar las emisiones en promedio 64 ppm de CO, SO <sub>2</sub> = 3 ppm y NO <sub>2</sub> = 4	Se mantienen las condiciones actuales.
	Generación de polvo	Actualmente, la vegetación existente dentro del área del proyecto genera 134,687.92 m <sup>3</sup> de aire limpio.	Se dejarán de producir los 134,687.92 m <sup>3</sup> de aire limpio.	Se podrá recuperar la pérdida de aire limpio y se generaran 149,572.64 m <sup>3</sup> de aire limpio con 3.5 ha de reforestación.
	Generación de ruido y vibraciones	De acuerdo a los análisis de ruido realizados por la mina en un área donde se tiene establecido un robbins, se generan entre 51.2 y 81.1 decibeles a una distancia de 0 a 20 m de la fuente generadora.	Generación de ruido en promedio de 51.2 decibeles.	Se mantendrán los niveles de ruido dentro de los niveles permisibles.
Composición y arreglo geológico	Extracción de material geológico	Actualmente se está realizando la explotación de mineral, por lo que se extrae material geológico durante la explotación.	Extracción promedio de 8.28 toneladas de material estéril.	El material se podrá recuperar de del depósito de material o de otras áreas dentro de la mina.
Composición del suelo	Procesos de erosión	Actualmente se pierde una erosión hídrica de 0.7171 ton/año en el área del proyecto. Según la carta de erosión presentada por INEGI, la zona presenta una erosión hídrica laminar leve y moderada. Erosión eólica de 40.58 ton/ha/año dentro del área del proyecto.	Incremento de la erosión hídrica a 717.13 toneladas. Incremento de la erosión eólica a 78.34 toneladas.	Con las presas filtrantes se podrá recuperar 750 toneladas de suelo que se perderán por erosión hídrica, así mismo, la reforestación permitirá recuperar 45.290 toneladas además de las 37.76 que se perderán en el área del proyecto por erosión eólica.
	Contaminación por la presencia de residuos sólidos	Actualmente se generará alrededor de 0.944 kg/hab/día (Diagnostico básico para la generación de residuos, 2021)	Se podrá generar hasta 1.980 toneladas de residuos al año.	Habrà un incremento en la generación de residuos, sin embargo, se mantendrá las áreas limpias pues se tiene un programa de manejo de residuos y se cuenta con un

Componente	Impacto	Sin proyecto	Con proyecto	Con proyecto y con medidas de mitigación
				relleno sanitario para su depósito final.
	Contaminación de suelos por residuos peligrosos	Actualmente la contaminación es baja, pues los vehículos utilizados reciben mantenimiento preventivo para evitar fugas y derrames dentro de las áreas de trabajo.	Se generará en promedio 500 kg de residuos peligrosos al año.	Se incrementarán los residuos peligrosos dentro del complejo minero, aunque se cuenta con un programa de manejo de residuos peligrosos, estos son enviados a una empresa autorizada para el confinamiento final de estos residuos, por lo que se mantendrán las áreas libres de residuos.
Agua superficial y subterránea	Disminución de la infiltración	Actualmente, la precipitación media anual es de 1387 mm, lo cual genera una precipitación de 17850.69 m <sup>3</sup> al año y solo se filtran 9,535.81 m <sup>3</sup> dentro del área del proyecto.	Se disminuirá la infiltración a 9,148.55 m <sup>3</sup> /año.	Si se realiza una reforestación de 1.50 ha se podrá recuperar 677.03 m <sup>3</sup> /año de infiltración, sin embargo, el proyecto contempla la reforestación de 3.5 ha, por lo que el componente agua no se pone en riesgo.
Vegetación	Disminución de la cobertura vegetal	95.35 % está cubierto de vegetación tanto de bosque de pino, bosque de encino, bosque de encino –pino y de pino-encino, selva baja caducifolia, selva media subcaducifolia y pastizales.	La cobertura vegetal disminuirá el 0.07% respecto al total del área arbolada, mientras que respecto al tipo de vegetación esta disminuirá el 0.07% (1.287 ha). En total se eliminarán 117 individuos mayores a 10 cm y 962 individuos de plantas menores	La vegetación derribada, se recuperará con la reforestación de 3.5 ha con especies de pino, por lo que la vegetación se mantendrá estable.
	Afectación de especies de importancia ecológica	En el área existen especies que por su distribución son consideradas como de importancia ecológica como lo es el caso de <i>Abies durangensis</i> , aunque esta no se encontró dentro del área de influencia del proyecto, si se presenta a nivel regional. Así mismo se encontraron especies que por distribuirse con mayor abundancia en una cierta área son importantes para mantener la biodiversidad.	En el área del proyecto, se determinó que las especies <i>Minthostachys mollis</i> (Poleo), <i>Complejo Rubus fruticosus</i> (Zarzamora) y <i>Polygala paniculata</i> (Escobilla China) son de importancia ecológica por su mayor distribución dentro del área del proyecto respecto al área de influencia, por lo que se afectaran 386 individuos de estas especies.	Con el rescate y reubicación de los individuos de las especies de importancia ecológica se garantiza que no se pondrá en riesgo su abundancia, por lo que en el futuro se considera una buena distribución de las especies dentro de la zona
Fauna	Afectación de especies dentro de la NOM-059	Se identificaron 6 especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Pese a que no se afectaran de manera directa las especies reportadas dentro de la NOM-059, se considera que al modificar el hábitat se afecta de manera indirecta a estas especies, por lo que se pone en riesgo a las 6 especies reportadas para la región.	El realizar la reforestación de áreas degradadas permitirá a la fauna recuperar algunos hábitats, aunque se puede dar el caso de que las especies se retiren de la zona permanentemente, por lo que se deberá mantener una buena cobertura vegetal para que en el futuro se siga manteniendo la diversidad de fauna.
	Desplazamiento de especies	Se reportaron 7 especies de importancia cinegética según el calendario cinegético de la SEMARNAT 2021-2022	En general el total de especies reportadas en la zona serán desplazadas del área hacia zonas más aisladas.	La fauna ya ha sido desplazada con las actividades realizadas en la zona, algunas se han adaptado al ruido y siguen transitando por la zona arbolada, en el futuro se considera que la fauna siga su rumbo normal, pues, aunque se incrementa la infraestructura, se sigue manteniendo la cobertura vegetal a los alrededores.
Paisaje	Agentes extraños al medio natural	Área de influencia 3786.61 ha de las cuales el 3.14 % han sido modificadas para actividades,	Modificación de 1.287 ha para infraestructura minera.	Aunque se modifica una superficie forestal a infraestructura minera, se

Componente	Impacto	Sin proyecto	Con proyecto	Con proyecto y con medidas de mitigación
		agrícolas y 2.30 % para construcción.		recuperaran otras áreas que ya han sido afectadas por otros factores, con lo cual se compensa el cambio generado, aunque en el futuro se espera un incremento en la infraestructura, pues la actividad minera es cada vez más rentable y genera mayor beneficio a la población local.
Social	Diversificación de empleos	El 36.05% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 54.15% de los hombres y el 15.42% de las mujeres).	Se generarán 15 empleos directos y cerca de 10 empleos indirectos.	En el futuro se seguirán incrementando las fuentes de empleo pues la mina sigue creciendo y la población también aumentara por las oportunidades que se ofrecen con esta actividad.

### ***VII.9 Programa de vigilancia ambiental***

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) contempla los siguientes objetivos: i) asegurar que las medidas preventivas y de mitigación contribuyan eficiente y oportunamente a la protección y restauración de los impactos generados; ii) identificación de situaciones adversas en cuanto a la posible afectación de alguno de los elementos del ecosistema en la etapa de la operación (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron una vez que se encuentra la obra en operación).

El PVA se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años de operación de la obra, el cual consistirá en un recorrido mensual, semestral o conforme se vaya requiriendo, por los sitios para observar posibles situaciones anómalas. Las principales actividades contempladas son:

Cuadro VII-9. Programa de vigilancia ambiental

Impacto	Medidas específicas	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibile	Medidas de urgente aplicación
Emisiones a la atmosfera	Mantenimiento preventivo a los vehículos y maquinaria utilizada en las diferentes etapas.	CO (250 PPM), SO2 (5 PPM), NO2 (5 PPM), FORMALDEHID O (10 PPM)	ppm	Durante la vida útil del proyecto, de forma trimestral.	Mantenimiento en talleres especializados.	Niveles de emisiones menores a las permitidas dentro de la NOM-081	Bitácoras de mantenimiento. Se supervisará diariamente que los vehículos estén en óptimas condiciones, en cuanto a realización de mantenimiento se supervisará de manera semestral	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de mantenimiento: 100% aceptable Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisibile: menor al 90%	Límites ligeramente mayores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Límites superiores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Al llegar a la categoría de <b>alerta</b> se levanta un acta de advertencia al contratista y se intensifica la supervisión. Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Dejar de operar los vehículos para hacer la afinación y/o reparaciones necesarias hasta que cumpla con los límites de emisiones permisibles.
	Riego de caminos dentro del área de maniobras.	Acumulación de polvos menores a PM10 = 75 µg/m3 en 24 hr y 40 µg/m3 anual, PM2.5 = 45 µg/m3 en 24 hr y 12 µg/m3. A los lados del camino o la vegetación aledaña al polígono del proyecto.	µg/cm³	Durante la etapa de construcción del proyecto dos veces por semana.	Pipas de agua	Partículas suspendidas menores a las permitidas en la NOM-025-SSA1-2014	Visual. Durante la etapa de preparación, construcción y operación se supervisará diariamente	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Afectación a la salud de los trabajadores y población en general por la presencia de partículas excesivas.	Descuido en el manejo del material. Valores mayores a los establecidos dentro de la NOM-025-SSA1-2014	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Restricción de velocidades en el área del proyecto, aumento en el riego de caminos, cubrir con lona y humedecer el material que desprenda partículas a la atmósfera.
Generación de ruido y vibraciones	Mantenimiento preventivo.	Niveles de ruido por debajo de los 68 decibeles	dB	Durante la vida útil del proyecto conforme se vaya requiriendo.	Mantenimiento preventivo en empresas especializadas.	Decibeles de ruido por debajo de los 81 dB	Bitácoras de mantenimiento. Se supervisará diariamente que los vehículos estén en óptimas condiciones, en cuanto a realización de mantenimiento se supervisará de manera semestral.	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de mantenimiento: 100% aceptable Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisibile: menor al 90%	Niveles de ruido mayores a 81 dB	Límites superiores a los permitidos por la NOM-041-SEMARNAT-2015	Al llegar a la categoría de <b>alerta</b> se levanta un acta de advertencia al contratista y se intensifica la supervisión. Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Se parará el vehículo hasta que se le hagan las afinaciones adecuadas.

Impacto	Medidas específicas	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibile	Medidas de urgente aplicación
	Uso de silenciadores	Intensidades de ruido bajas	Número de vehículos		Uso de silenciadores	Total, de vehículos en buen estado	Bitácoras de mantenimiento. La realización de mantenimiento se supervisará de manera trimestral	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de mantenimiento: 100% aceptable Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisibile: menor al 90%	Fallas en los vehículos que circulan dentro del área del proyecto	Silenciadores en mal estado que provocan ruidos elevados	Al llegar a la categoría de <b>alerta</b> se levanta un acta de advertencia al contratista y se intensifica la supervisión. Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Limitar el uso del vehículo y enviarlo a su mantenimiento.
	Uso de equipo auditivo	Daños auditivos en los trabajadores	Número de trabajadores	Diariamente durante la jornada laboral	Equipo de protección para el personal.	Ausencia de personas afectadas por la exposición a altos niveles de ruido	Directa. Se supervisarà de manera semanal	Supervisor de obra	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Exposiciones a ruido alto sin la protección adecuada.	Personas con daños auditivos por falta de uso de equipos de protección auditiva.	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Se suspenderà al personal que no haga uso de su equipo auditivo y de ser el caso se le proporcionará nuevamente el equipo necesario.
Extracción de material geológico, remoción de suelo, contaminación y erosión	Acordonamiento de material vegetal muerto.	Material de derribo regado en el área del proyecto	has	No se considera un tiempo establecido, pues se espera que las obras logren restaurar las zonas propensas a erosión. Aunque para fines prácticos se considera 1 año con revisiones trimestrales.	Se requerirá de personal para la construcción de 1.28 ha de acordonamientos	Retención de 750 ton de suelo.	Visual, reportes de evaluación de obras, bitácoras de manejo de residuos. Después de la construcción de las obras se realizará un monitoreo trimestral para monitorear el funcionamiento de las obras y darles mantenimiento.	Supervisor de obra/supervisor ambiental/Responsable técnico	Índice de realización: 100% aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Material esparcido por toda el área del proyecto.	Descuido en el manejo del material residual vegetal.	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Realizar el acomodo de material vegetal muerto esparcido en las áreas del proyecto.
	Construcción de presas de piedra acomodada.	Suelos estables sin problemas de erosión	m³		Material para construir 150 m³ de presas filtrantes.	Retención de 750 ton de suelo				Deslaves en suelos desnudos	Formación de cárcavas por la degradación del suelo.	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Construcción de presas en áreas con procesos de erosión.
	Reforestación.	Desmontes innecesarios	Número de árboles por ha.		3,850 plantas de <i>Pinus ayacahuite</i>	Recuperación de la vegetación derribada por el desarrollo de la vegetación y retención de las 45.290 ton de suelo por erosión eólica.				Procesos de erosión por la pérdida de vegetación.	Daños a la vegetación fuera de las 1.287 ha autorizadas	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Reforestación de áreas con problemas de erosión aledañas al proyecto.

Impacto	Medidas específicas	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibile	Medidas de urgente aplicación
	Almacenamiento de residuos peligrosos en recipientes metálicos.	Áreas libres de residuos	Toneladas	Diariamente durante la jornada laboral.	Recipientes para recolección y almacenamiento de residuos.	Áreas de trabajo 100 % libres de residuos.				Falta de contenedores	Residuos dispersos por las áreas de trabajo.	Cuando no se cumpla con los límites admisibles se levantará un acta y se hará un llamado de atención al contratista para que tome acciones y de lo contrario se rescinde el contrato. Realizar acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos encontrados.
	Recolección de residuos sólidos no peligrosos.	Área del proyecto libre de contaminantes.	Toneladas	Diariamente durante la jornada laboral.		Áreas limpias de residuos peligrosos.				Falta de atención al vehículo y derrames de aceite dentro de las áreas de trabajo	Contaminación de suelo y/o agua por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos.	Cuando no se cumpla con los límites admisibles se levantará un acta y se hará un llamado de atención al contratista para que tome acciones y de lo contrario se rescinde el contrato. Dejar de transitar con el vehículo en mal estado y hacer las reparaciones necesarias o llevarlo al taller más cercano. Realizar acciones de recolección y manejo de residuos y saneamiento del suelo o agua contaminados.
Disminución de la cobertura vegetal, afectación de especies de importancia ecológica.	Reforestación de especies nativas y de alto valor ecológico en la zona.	Áreas bien delimitadas	has	Las actividades se llevarán a cabo durante las etapas de construcción y operación. El tiempo para el desarrollo de estas obras es de 2 a 3 meses y los beneficios serán a largo plazo.	8 personas para sembrar 3,850 plantas de pino. Palas, talachos, vehículo para el transporte de plantas y equipo.	Recuperación de vegetación en 1.287 ha. Supervivencia de 386 individuos	Análisis de sobrevivencia. En los primeros años se realizará un levantamiento de sitios para garantizar la sobrevivencia, la supervisión se realizará de manera mensual	Supervisor de obra/supervisor ambiental/Responsable técnico	Índice de sobrevivencia:100% Categoría de alerta: 99 al 90% Categoría inadmisibile: menor al 90%	Disminución de especies por desmontes fuera de la superficie autorizada	Afectación de más de 1.287 has.	Al llegar a la categoría de <b>alerta</b> se levanta un acta de advertencia al contratista y se solicita la reposición de la planta o esquejes. Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Realizar reforestaciones con especies de baja densidad en el área del proyecto o de mayor importancia ecológica.
Desplazamiento de fauna silvestre, afectación de especies dentro de la NOM-059.	Rescate y reubicación de especies en caso de encontrarse en las inmediaciones del proyecto.	Diversidad de fauna	Número de individuos	Durante la vida útil del proyecto	Vehículo para monitorear la zona y equipo de rescate (Guantes, pinzas para víboras, jaula, recipientes para víboras, etc)	Mantener la diversidad de fauna en la zona	Bitácoras de manejo de especies. Durante la etapa de preparación, construcción y operación se realizará monitoreo diario en el área de	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Cacería por parte de los trabajadores o habitantes locales.	De dos a 3 individuos afectados.	Al momento de tener una categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Creación de refugios y zonas de alimentación. Rescatar y reubicar a los individuos encontrados en áreas de riesgo.

Impacto	Medidas específicas	Indicador	Unidad de medida	Tiempo o duración de la medida	Recursos necesarios, equipos, obras, instrumentos, etc.	Metas esperadas	Método de evaluación	Responsable de vigilancia	Punto de comprobación	Valor umbral de alerta	Umbral inadmisibile	Medidas de urgente aplicación
							trabajo, de la misma manera cuando se requiera mantenimiento.					
Muerte accidental	Colocación de carteles alusivos a la protección de fauna	Cero individuos afectados	Número de individuos		1 letrero alusivo a la protección de fauna.		Visual. Una vez colocado el letrero se monitoreará de manera semestral para considerar un posible mantenimiento	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Un individuo muerto por atropellamiento	Más de dos individuos muertos.	Cuando se llegue a la categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se rescinde el contrato. Aplicar sanciones al personal que realice actividades en contra de la fauna.
Agentes extraños al medio natural	No realizar obras que no están previstas en el presente proyecto.	Áreas del proyecto bien delimitadas.	Has.	El cambio se presentará de manera inmediata, pues se modificará el paisaje por la eliminación de vegetación y este cambio será continuo durante la vida útil del proyecto.	No aplica para esta medida	Mantener la calidad del paisaje.	Visual. Durante la vida del proyecto se vigilará que no se desarrollen obras no previstas, en la etapa de preparación y construcción la revisión será de manera semanal y posteriormente de manera semestral	Supervisor de obra/supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Cambios poco perceptibles a nivel regional.	Modificación del paisaje por actividades diferentes a las del proyecto.	Al momento de tener una categoría inadmisibile se levanta el acta de no conformidad al contratista y se da aviso a la PROFEPA para que determine lo procedente. Restauración del área afectada mediante la reforestación.
Diversificación de empleos	Generación de empleos temporales para los habitantes de las comunidades más cercanas.	Empleos generados	Número de empleos	Durante todas las etapas de proyecto, así como en las obras de restauración y mantenimiento.	Los materiales utilizados son los necesarios para realizar las obras de restauración, presas, acordonamientos (Palas, talachos, vehículo, carretilla, esquejes y piedras).	50 % de la población económicamente activa con empleo	Contratos. Al realizarse las obras se tiene por comprobado que se generan empleos por lo tanto no se considera un periodo específico para su evaluación.	supervisor ambiental	Índice de cumplimiento :100 % aceptable Categoría inadmisibile: menor al 100%	Pocos habitantes locales empleados por la empresa minera.	Preferencia de empleos a personal foráneo ante los locales.	Al presentar una categoría inadmisibile se evaluará el avance de las obras y avances del proyecto por parte de la empresa constructora. Solicitar que se empleen a los habitantes locales para mejorar sus condiciones de vida.

### **VII.10 Evaluación de alternativas**

Para la instalación de los robbins no se consideró otra área, por el hecho de que estos solo beneficiaran a la mina en funcionamiento y el sitio es el más adecuado para su instalación, pues el lugar estratégico para la instalación de los robbins debe ser capaz de suministrar aire a la mayor parte de las áreas de trabajo dentro de la mina para que fluya y expulse el aire contaminado, con lo cual se mejoraran las condiciones laborales de los trabajadores.

Otro aspecto a considerar es la accesibilidad a los servicios auxiliares como, hospedaje, alimentación, almacenes, talleres, etc.

Por lo tanto, el sitio seleccionado, fue el más viable en cuanto a infraestructura disponible y menor impacto posible durante su ejecución.

### **VII.11 Conclusiones**

Con el análisis de los aspectos positivos y negativos que se pueden ocasionar con el desarrollo del proyecto, se puede concluir que las obras tienen un beneficio social a largo plazo, pues además de generar empleos se garantizará la seguridad de los trabajadores que ya tienen un empleo y que además del riesgo de derrumbes, se exponen a los gases que se generan por la explotación, las altas temperatura, el cambio en la presión atmosférica, y polvos, lo que puede llegar a causar cáncer de pulmón.

Por lo tanto, el desarrollo del proyecto ayudará a minimizar los riesgos por inhalación de gases y con ello las enfermedades pulmonares, siendo una obra de importancia para continuar con la actividad minera, pues con esto se seguirá aumentando la economía a nivel regional, pues actualmente, es la actividad que más aporta al desarrollo social del municipio.

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto de la información de campo como de la cartografía editada por INEGI, el área del proyecto actualmente no presenta un deterioro ambiental de importancia, sin embargo, existe un proceso de deterioro por ser una zona que no se encuentra bajo manejo y al no tener un control de las áreas, existen talas clandestinas para cultivos ilegales que al ser abandonados no se realizan obras de restauración, ocasionando pérdida de vegetación y modificación del hábitat, lo que en un futuro generará problemas de erosión por la conversión de sitios de zonas arboladas a zona de pastizales.

Con las medidas de compensación, mitigación y restauración planteadas se espera no solamente prevenir y restaurar los impactos producidos por la obra sino también contribuir a la restauración general de la región realizando obras en otras áreas que han sido impactadas anteriormente por actividades como ganadería o agricultura.

El beneficio social y económico de la obra, en función de las políticas y actores del desarrollo, pueden contribuir en cierta medida a mitigar el grado de marginación de las comunidades involucradas, pues contarán con una fuente de empleo que permitirá mejorar las condiciones de vida de los trabajadores directos e indirectos.

En general el proceso desarrollado durante el estudio, nos muestra que con actitudes responsables de los ejecutores de obras de desarrollo y de las autoridades normativas, se pueden realizar mejoras a las condiciones de vida de las comunidades, siempre y cuando tanto los ejecutores como las autoridades cumplan con sus responsabilidades oportunamente. En este contexto sugerimos que la autoridad normativa extreme su vigilancia y detenga o sancione las obras antes de que lleguen a general algún impacto adverso.

En el balance del impacto ambiental previsto y la posibilidad de su mitigación, se considera pertinente la realización de las obras por la trascendencia social y económica que representa para la región contar con infraestructura de apoyo para mejorar las actividades mineras que le han estado ayudando a mejorar la condición social de la región por la generación de empleos y apoyo con obras sociales por parte de la compañía minera.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### VIII.1 Presentación de la información

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato Word y PDF.

### VIII.2 Cartografía

En el **Anexo 2** se presentan los planos de localización y acceso al área del proyecto.

### VIII.3 Fotografías

Dentro del Anexo 6 se presentan las evidencias fotográficas, donde se puede observar el tipo de vegetación y uso de suelo del área propuesta para el desarrollo del presente proyecto.

### VIII.4 Videos

No se contempla información dentro de este punto.

### VIII.5 Otros anexos

#### VIII.5.1 Metodologías empleadas para la estimación de los impactos y pronósticos ambientales.

Para la determinación de los impactos ambientales con y sin proyecto se utilizó la información disponible en las cartas topográficas de INEGI, así como información recabada del inventario ambiental.

Para cada componente ambiental se utilizaron las metodologías disponibles más utilizadas en la materia y que mejor se adaptaron a los datos disponibles sobre el sistema ambiental y área del proyecto para lo cual se mencionan las siguientes metodologías:

#### Suelo:

Para la determinación de la pérdida de suelo se utilizó la metodología propuesta por la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo ULSE:

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

Dónde:

*E* = Erosión potencial en t/ha/año

*R* = Factor de erosividad de la lluvia expresada en MJ.mm/ha.hr

*K* = Es el factor de erodivilidad del suelo expresado en Ton.ha/MJ.mm)

*LS* = Factor topográfico (Longitud de cauce y pendiente)

*C* = Factor de cobertura vegetal (varia de 0 a1)

*P* = Factor de prácticas mecánicas

Para lo cual se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas de influencia en el Sistema Ambiental disponibles en la página del Servicio Meteorológico Nacional, con los datos seleccionados se pudo utilizar el programa Excel para el cálculo de los datos, inicialmente se estima el cálculo del factor R, en este caso para el Factor R se utiliza el mapa de erosividad establecido para la República Mexicana en donde se establecen

catorce regiones y para cada una se establece una ecuación diferente, en el caso específico de proyecto se utilizó la ecuación X

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

Donde  $P$  = la precipitación media anual obtenido de la estación meteorológica.

En el caso del facto  $K$ , se cuenta con una tabla de erosionabilidad de los suelos en función de la textura y el contenido de materia orgánica los cuales varían de 0 a 4 %, el área del proyecto cuenta con una textura de suelo arcillo-arenosa con un porcentaje de materia orgánica de entre 0.5 y 2% a lo cual corresponde un valor de 0.013.

Por su parte, para determinar el factor  $LS$  primero se estima la pendiente del terreno dividiendo el promedio de la altura mayor menos la altura menor entre la longitud de la superficie que abarca el proyecto. Enseguida se obtiene el factor  $LS$  mediante la siguiente ecuación:

$$LS = \lambda^m(0.138 + 0.00965 + 0.00138 S^2)$$

Donde:

$\lambda$  = longitud de la pendiente

$S$  = Pendiente media del terreno

$m$  = parámetro cuyo valor es 0.5.

Finalmente, para la estimación de la erosión hídrica potencial, se realiza la ecuación de  **$R \times K \times LS$** , mientras que para la erosión actual se agrega el factor de la cobertura vegetal (factor  $C$ ).

Arc Map para manipular la información y obtener un plano que representa los rangos de erosión hídrica potencial y actual dentro del sistema ambiental y de manera específica para el área del proyecto.

Así mismo, para el cálculo de la erosión eólica se utilizó la ecuación propuesta en el Manual De ordenamiento de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988):

Utilizando la ecuación propuesta por la SEDUE, la cual se da de la siguiente manera:

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Dónde:

IAVIE = Índice de agresividad del viento

CATEX = Calificación de textura y fase del suelo

CAUSO = Calificación por uso de suelo (Vegetación)

A partir de la información colectada, se procedió a generar la cartografía de la clasificación de erosión eólica en el programa Arc Map.

En el caso de los residuos, se cuenta con bitácoras del manejo de residuos tanto peligrosos como no peligrosos, en las cuales se anota la fecha y cantidad de residuos que entran a los rellenos sanitarios y al almacén general de residuos peligrosos.

#### Agua:

El componente agua se utilizaron los datos de las estaciones climatológicas más cercanas al área delimitada para el sistema ambiental y posteriormente se aplicó la metodología propuesta en la NOM-011-CNA-2015, con lo cual se pudo obtener la precipitación total y la infiltración que se genera en la zona, la metodología se da de la siguiente manera:

Para determinar el cálculo de la infiltración, realizó la metodología del balance hídrico, propuesto en la *NOM-011-CNA-2015* en su forma reducida:

$$\text{Infiltración} = P - ERT - Ve$$

Donde;

$P$ = precipitación ( $m^3/año$ ),

$ERT$ = evapotranspiración ( $m^3/año$ ) y,

$Ve$ = escurrimiento superficial ( $m^3/año$ ).

Para obtener el valor de la precipitación requerido, se consultó la estación climatológica más cercana al proyecto.

Enseguida, se estima la evapotranspiración para lo cual se utilizó la fórmula de Turc que requiere datos de precipitación y temperatura, cuya expresión es la siguiente:

$$ERT = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Donde;

$ERT$ : evapotranspiración real ( $mm/año$ ),  $P$ : precipitación media anual ( $m/año$ ),  $L$ :  $300+25t+0.05t^2$ , y  $t$ : temperatura media anual ( $°C$ ).

Con los resultados, se procede a calcular el escurrimiento superficial, el cual es definido como la cantidad de agua que fluye en una superficie dada en  $m^3/seg$  a través de los canales hacia las corrientes mayores (Sánchez *et al.*, 2007).

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para estimar el volumen de escurrimiento medio en el área del proyecto se utilizó la metodología propuesta en la *NOM-011-CNA-2015*, el cual es un método indirecto que tiene la siguiente expresión:

$$Ve = P * A * Ce$$

Donde;

$Ve$  = volumen anual de escurrimiento natural ( $m^3$ ),

$P$ = precipitación anual ( $m$ ),

$A$  = área ( $m^2$ ) y

$Ce$ = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

**Para obtener el Coeficiente de escurrimiento ( $Ce$ )** se utilizan datos ya establecidos en función del tipo y uso de suelo, así como el volumen de precipitación anual del área del proyecto.

Entonces, el coeficiente de escurrimiento anual ( $Ce$ ) se calcula en base a los siguientes supuestos:

Si  $K$  resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000$$

Si  $K$  es mayor que 0.15

$$Ce = K(P - 250)/2000 + (K - 0.15)/1.5$$

El tipo de suelo, se determina en base a la carta de edafología serie II escala 1: 250 000 (INEGI, 2014), mientras que, para los valores de  $K$  se utilizan valores asignados dependiendo del uso.

De los cálculos anteriores, se puede aplicar la ecuación del coeficiente de escurrimiento y realizar el balance hídrico según la *NOM-011-CNA-2015*, donde establece que el balance hídrico está determinado por la diferencia entre la precipitación, la evapotranspiración y el escurrimiento.

**Aire:**

La evaluación de la calidad del aire se basó principalmente en los análisis que se han realizado por parte de la empresa minera La Ciénega para las diferentes áreas de trabajo, para lo que contrato los servicios de una empresa especializada la cual se encarga de realizar los muestreos y presentar los resultados a la empresa minera. Se anexa un informe de resultados para verificar la metodología utilizada por el laboratorio autorizado.

**Vegetación:**

Para el caso de la vegetación, se realizó un censo total puesto que el área del proyecto cuenta con daños antropogénicos (siembras ilícitas). Además, se tomó información adicional como tipo de suelo, pendiente, exposición, tipo de vegetación, así mismo, para el censo total se anotó el número de árbol, la especie, diámetro y altura. Una vez obtenido el número de individuos a derribar por el desarrollo del proyecto y el volumen que representa, los resultados sirvieron de base para determinar las medidas de compensación y mitigación para este componente.

**Fauna:**

La evaluación de la fauna se realizó en base a la información obtenida de los 10 sitios de muestreo en los cuales se utilizó el Método de Punto Cuadrante. Las observaciones realizadas son directamente sobre las áreas preferenciales, tomando en cuenta aquellos signos que indiquen la presencia de especies considerando entre otros, rastros, huellas excretas, marcaje de arbolado, áreas de alimentación, sitios de percha nidos o madrigueras, así como la observación directa. Una vez identificadas las especies a nivel regional, se compararon las listas con las reportadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y en su proyecto de modificación publicado el 21 de diciembre de 2015, con el propósito de identificar las especies que requieren de hábitats específicos y en su caso proponer medidas de restauración, mitigación y/o compensación por el desarrollo del proyecto.

## **IX. Responsiva Técnica**

La Elaboración, Ejecución y Seguimiento del Manifiesto de Impacto Ambiental para el Cambio de Uso de Suelo del Proyecto **Robbins, Taspana Oriente 3, municipio de Canelas, Dgo.**, será bajo la responsabilidad técnica de:

---

ING. CESAR ENRIQUE VILLA ARELLANO.

**R.F.N.** No. 15, del Volumen 3, del Libro DURANGO Tipo UI, Según Oficio SG/130.2.2.2/063/2008 de fecha 13 de agosto del año 2008

**R.F.C.** VIAC741108-I43

**DOMICILIO.** - Calle Zinc 517, Colonia Real de Santiago, Santiago Papasquiario, Dgo Teléfono 01-674-86-2-03-59; E-Mail: [sacra.corral@gmail.com](mailto:sacra.corral@gmail.com), [ceviar90@gmail.com](mailto:ceviar90@gmail.com),

**MARQUEO DE LA VEGETACIÓN A REMOVE:** En este caso se utilizará pintura color roja.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Otero, P. & Solana, J. 1999. Valoración y análisis de preferencias sociales de los distintos conjuntos paisajísticos de la R.N.C. de los Ancares (León y Lugo). En: Otero, P. (Ed.). Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones (pp. 81-158). Madrid.
- Calderón, L. 1999. Apuntes del curso de Impacto ambiental. El Colegio de la Frontera Norte-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Tijuana, México. 27-34.
- Carabelli F.A. 2002. Una contribución a la planificación del uso múltiple de tierras boscosas en Tierra del Fuego (Publicación Técnica N°. 31). Esquel, Chubut: CIEFAP-GTZ.
- Castrale, J. S. 1982. Effects of two sagebrush control methods on nongame birds. *Journal of Wildlife Management* 46: 945-952.
- CEPAL. 1991. Evaluaciones del impacto ambiental en América Latina y el Caribe. Comisión económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 238 p.
- CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). (27 de marzo de 2019). Consultado en línea en: <http://checklist.cites.org/#/en>.
- CNA. 2000. Situación de la gestión del agua en la región V pacífico sur. El tecolote. Comisión Oaxaqueña de Defensa Ecológica. 55 p.
- CONABIO. (25 de marzo de 2019). Consultado en línea en: <http://avesmx.conabio.gob.mx/Regiones.html>.
- CONAPO. 1996. Consejo Nacional de Población. Estimaciones y Proyecciones para México. 1995-2020.
- Conesa F. V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 2da Edición. Ediciones Mundo Prensa. 390 Pp.
- Contreras A. J. 1997. Ecuaciones de volumen y funciones de ahusamiento para *Pinus duranguensis* Mart. y *Pinus teocote* Schl. Et Cham. Del ejido Vencedores, San Dimas, Durango, México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L., México.
- Franco, L.J., G. Agüero, A. Gómez, A. Ramírez, N. Salgado, G. Martínez, E. Mirando, S. Colón, L. Arenas y C. Sánchez. 1996. Manual de Ecología. Editorial Trillas, México, D.F. 266 p.
- Fuggle, F. 1979. Methodology for environmental impact assessment.
- Graciano L. J., Nívar Ch. J. 2001. Esquemas de muestreo para inventariar vegetación en bosques Mixtos e Irregulares de la Región de El Salto Durango. V Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Guadalajara Jalisco. 44 P.
- Guerrero G. V. 1998. Los consejos de cuenca en México. Definiciones y alcances. Unidad de programas rurales y participación social coordinación de consejos de cuenca. Comisión Nacional del Agua. SEMARNAP. 42 p.
- Heredia-Pineda, F. 2000. Efecto de los tratamientos mecánicos sobre las aves en el matorral xerófilo en Lampazos, Nuevo León. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L., México.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54:427-432.
- Hillel, D. 1982. Fundamentals of soil physics. Academic Press, Inc. New York. USA. 413p
- Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, Inc. New York. USA. 364 p.
- Hudson N., 1982. "Conservación de suelos", Editorial Reverté, Primera edición Barcelona Esp., 335 Pp.
- INEGI. Cuaderno estadístico municipal. 2010.

- Lillywhite, H.B. 1977. Effects of chaparral conversion on small vertebrates in southern California. *Biology Conservation* 11: 171-184.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A. E. 1988. *Diversidad Ecológica y su medición*, traducción Antonia M. Cirer, Barcelona, España.
- Martínez, M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de cultura económica. México. 1274 p.
- Muller-Using, B. 1994. Contribuciones al conocimiento de los bosques de Encino-pino en el noreste de México. Reporte Científico No Especial 14. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N.L. México.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons. New York. U.S.A. 547 p.
- Nájera-Luna, A. 1999. Ecuaciones para estimar biomasa, volumen y crecimiento en biomasa y captura de carbono en diez especies típicas del Matorral Espinoso Tamaulipeco del nordeste de México. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N.L. México.
- Návar J. y F. Charles. 2000. La intercepción, sus componentes y modelaje en comunidades forestales del nordeste de México. 1er Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación en Ciencias Naturales. Veracruz, Ver., México. Octubre 8-11 de 2000.
- Návar J. F. Charles, F., and E. Jurado. 1999. Spatial variations of interception loss components by Tamaulipan thornscrub in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management* 124: 231-239.
- Návar, J. A. Nájera, P.A. Domínguez y E. Jurado. 2001. Biomass estimation equations in the Tamaulipan thornscrub of northeastern México. En prensa en *Journal of Arid Environments*.
- Návar, J. and T. J. Synnott. 2000b. Soil infiltration and land use in Linares, N.L. México. *Terra* 18 (3): 255-262.
- Návar, J. and T.J. Synnott. 2000a. Surface runoff, soil Erosión, and land use in northeastern Mexico. *Terra* 18 (3): 247-253.
- Qian, H., Klinka K. and Sivak, B. 1997. Diversity of the understory vascular vegetation in 40 year-old and old-growth forest stand on Vancouver Island, British Columbia, Canada. *J. Veg. Sci.* 8:773-780.
- Romero-Figueroa, G. 1999. Caracterización ecológica y definición de esquemas de muestreo en el matorral espinos Tamaulipeco del nordeste de México. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N.L. México.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. Primera edición. México, 431 p.
- SEMARNAT. 2021. *Calendario Cinegético (Temporada 2021-2020)*. Consultado en línea en <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epoca-habil-2018-2019-para-aves-canoras-y-de-ornato>.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag. 401 pp.
- Vásquez, A y Valdéz E. 1994. *Impacto ambiental*. Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto mexicano de Tecnología del Agua. 177-183. México, D.F.
- Vega, J.H. and Rappole. 1994. Effect of scrub mechanical treatment on the nongame bird community in the Río Grande Plain of Texas. *Wildlife Society Bulletin* 22: 165-171.
- Wenger K., F. 1984. *Forestry Handbook*. Second Edition. Society of American Foresters. John Wiley & Sons. New York. 1335 p.

## LISTA DE ANEXOS

Los anexos al presente estudio son:

<b>1</b>	<b>Documentación legal</b>
1a	Acta constitutiva de Minera Mexicana la Ciénega S. A de C.V.
1b	Copia simple del RFC de la empresa Minera Mexicana la Ciénega S. A de C.V.
1c	Poderes del representante legal
1d	Copia de identificación oficial del representante legal
1e	Escritura pública del P.P. Ranchito y Revolcaderos
<b>2</b>	<b>Planos de localización del proyecto</b>
2a	Localización y acceso en el contexto estatal
2b	Localización física del proyecto
2c	Ubicación del proyecto dentro de los predios afectados
<b>3</b>	<b>Planos de zonificación y uso del suelo</b>
3a	Zonificación
3b	Uso de suelo
3c	Vegetación
<b>4</b>	<b>Planos de las regiones prioritarias</b>
4a	Plano de ubicación del proyecto respecto a las AICAS y ANP
4b	Plano de ubicación del proyecto respecto a las RTP
4c	Plano de ubicación del proyecto respecto a las RHP
4d	Plano de la ubicación del proyecto respecto al Ordenamiento Ecológico Territorial (UGA)
<b>5</b>	<b>Planos de características físicas y bióticas</b>
5a	Clima
5b	Geología
5c	Fisiografía
	Modelo Digital de elevación
	Rango de pendiente
	Exposición
5d	Edafología
5e	Hidrología
5f	Obras de restauración
<b>6</b>	<b>Anexo fotográfico</b>
<b>7</b>	<b>Programas anexos</b>
	Programa de reforestación
	Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre

---