

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

「 **Explotación de recursos minerales en San Lucas** 「
「 **de Ocampo, municipio de San Juan del Río, Dgo.** 」

SECTOR: Minero

SANTIAGO PAPASQUIARO, DGO.

DICIEMBRE 2019

SECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

DIRECCIÓN GENERAL DE LA FEDERALIZACIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN DE SERVICIOS

FORESTALES Y DE SUELO

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS FORESTALES MADERABLES EN
TERRENOS FORESTALES O DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL

1.	LUGAR Y FECHA: DURANGO, DGO., A 10 DE DICIEMBRE DEL 2019	
2.	DELEGACIÓN DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE: DURANGO.	
3.	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE: CONTRATISTA MARTÍNEZ CANCHOLA S.A. de C.V.	
4.	DOMICILIO FISCAL: Calle Guatemala # 512.	COLONIA: Francisco Zarco, Durango, Dgo.
6.	LOCALIDAD: DURANGO	7. MUNICIPIO: DURANGO
8.	ESTADO: DURANGO	9. CÓDIGO POSTAL: 34,210
10.	TELÉFONO:	
11.	TIPO DE AUTORIZACIÓN REQUERIDA: AUTORIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO: "Explotación de recursos minerales en San Lucas de Ocampo, municipio de San Juan del Río, Dgo."	

12. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR				
		ORIGINAL	COPIA CERTIFICADA	COPIA SIMPLE
12.1.	Acuerdos de anuencia		1	
12.2.	Copia del pago de derechos en materia de impacto ambiental (en su caso)	1		
12.3.	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	1		
12.7.	Poder del representante legal (en su caso)	1		

Ing. Daniel Cabrera Caudillo

Representante Legal

Firma

ASUNTO: Se solicita autorización del
Manifiesto al Impacto Ambiental.

En la Ciudad de Victoria de Durango, Dgo.

A 10 de diciembre del 2019.

Lic. Román Galan Treviño

Encargado del despacho de la Delegación Federal de la
SEMARNAT en Durango, Dgo.

P R E S E N T E.

Adjunto a la presente enviamos a Usted la documentación para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental del proyecto **"EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN SAN LUCAS DE OCAMPO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DGO.**, con fundamento en los artículos 5 fracción X, 28 fracción III, y 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y artículos 4 fracción I, 5 inciso L), fracciones I II y III de su reglamento en materia de Impacto Ambiental, por lo cual anexamos la siguiente documentación:

- Copia certificada del acta constitutiva de la empresa CONTRATISTA MARTÍNEZ CANCHOLA S.A. de C.V.
- Copia certificada del poder general del representante legal.
- Actas de anuencia de los representantes de las propiedades en donde se localiza el proyecto minero.
- El Manifiesto al Impacto Ambiental en su modalidad Particular impreso y en formato digital en 4 discos compactos.
- Original y copias del pago de derechos fiscales.
- El resumen ejecutivo impreso y en formato digital en 4 discos compactos.

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

ATENTAMENTE

Ing. Daniel Cabrera Caudillo

Representante legal de la empresa

M. C. Sacramento Corral Rivas

Responsable de la elaboración del MIAP

En la Ciudad de Victoria de Durango, Dgo.
A los 10 días del mes de diciembre del 2019

Lic. Román Galán Treviño

Encargado del despacho de la Delegación Federal de la
SEMARNAT en Durango, Dgo.

P R E S E N T E .

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN SAN LUCAS DE OCAMPO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DGO.**, 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, así mismo las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos sugeridas son las más efectivas para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas que tendrá interacción el proyecto.

Lo anterior lo firmo a mi leal saber y entender sobre la responsabilidad en que incurren las personas que declaran con falsedad ante autoridad distinta de la judicial, como lo establece el Artículo 420 Quater del Código Penal Federal.

PROTESTO LO NECESARIO

M.C. Sacramento Corral Rivas

Responsable de la elaboración del MIAP

ASUNTO: Se envía publicación en periódico de amplia distribución del extracto del proyecto: **EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN SAN LUCAS DE OCAMPO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DGO.**

En la ciudad de Victoria de Durango, Dgo.
A 10 de diciembre del 2019

Lic. Román Galán Treviño

Encargado del despacho de la Delegación Federal de la
SEMARNAT en Durango, Dgo.

P R E S E N T E .

Adjunto al presente envío a Usted la comprobación de la publicación en periódico de amplia distribución del extracto del proyecto: **EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN SAN LUCAS DE OCAMPO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DGO.**, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 34, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y al artículo 41 de su Reglamento.

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

ATENTAMENTE

Ing. Daniel Cabrera Caudillo

Representante legal de la empresa

CONTENIDO

1	DATOS GENERALES	1
1.1	Proyecto	1
1.1.1	Nombre	1
1.1.2	Ubicación y acceso	1
1.1.3	Vida útil	2
1.1.4	Presentación de la documentación legal	2
1.2	Promovente	2
1.2.1	Nombre o razón social	2
1.2.2	Registro federal de contribuyentes	2
1.2.3	Nombre y cargo del representante legal	2
1.2.4	Dirección	2
1.3	Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	2
1.3.1	Nombre o razón social	2
1.3.2	Registro Federal de Contribuyentes	2
1.3.3	Nombre del responsable técnico	2
1.3.4	Profesión y número de cédula profesional	3
1.3.5	Dirección	3
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
2.1	Información general	3
2.1.1	Naturaleza	3
2.1.2	Objetivos y uso del suelo forestal	3
2.1.2.1	Criterio del ordenamiento ecológico del territorio	4
2.1.2.2	Tipificación de la obra a desarrollar	4
2.1.2.3	Selección del sitio	4
2.1.3	Ubicación y dimensiones	5
2.1.3.1	Ubicación de la infraestructura	5
2.1.3.2	Ubicación respecto al tipo de propiedad	6
2.1.3.3	Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional	6
2.1.4	Inversión requerida	7
2.1.5	Dimensiones	7
2.1.5.1	Superficie total del predio (polígonos del proyecto)	7
2.1.5.2	Superficie a afectar respecto a la cubierta vegetal	8
2.1.5.3	Superficie de obras permanentes	8
2.1.6	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua	8
2.1.6.1	Uso de suelo	8
2.1.6.2	Uso de los cuerpos de agua	9
2.1.6.3	Uso potencia	9
2.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	9
2.2	Características particulares	10
2.2.1	Programa general de trabajo	10
2.2.1.1	Estudio de campo y gabinete	12
2.2.2	Preparación del sitio	12
2.2.2.1	Rehabilitación de los caminos de acceso	12
2.2.2.2	Delimitación de las obras mineras	12
2.2.2.3	Acondicionamiento de los patios de maniobras	12
2.2.2.4	Limpieza de los socavones	12
2.2.2.5	Acarreo de materiales e insumos	13

2.2.3	Etapa de construcción - operación	13
2.2.3.1	Construcción de obras mineras	13
2.2.3.2	Cercado de las metaleras	13
2.2.3.3	Minado	13
2.2.3.4	Desarrollo de las obras mineras	14
2.2.3.4.1	Bocamina o socavón	14
2.2.3.4.2	Cruceros	15
2.2.3.4.3	Frentes	15
2.2.3.4.4	Rampas	15
2.2.3.4.5	Pozos y contrapozos	15
2.2.3.4.6	Rebajes	15
2.2.3.5	Programa anual de obras mineras	15
2.2.3.6	Polvorines	16
2.2.3.7	Construcción de obras asociadas y/o provisionales	16
2.2.4	Etapa de mantenimiento	16
2.2.4.1	Servicio que proporcionan las instalaciones	16
2.2.4.2	Sistema de mantenimiento del equipo de mina	16
2.2.4.3	Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.	17
2.2.4.4	Tecnologías que se utilizarán para de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos	17
2.2.4.5	Control de malezas o fauna nociva	18
2.2.4.6	Detalles de las actividades de mantenimiento	18
2.2.4.6.1	Tipos de mantenimiento	18
2.2.4.6.2	Descripción de las obras asociadas	18
2.2.5	Etapa de abandono del sitio	18
2.2.5.1	Vida útil estimada	18
2.2.5.2	Destino de las áreas ocupadas	19
2.2.5.3	Objetivos del programa	19
2.2.5.4	Actividades de rehabilitación, compensación y restitución	19
2.2.5.5	Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de la etapa de construcción	20
2.2.5.6	Abandono de las actividades consideradas en la etapa de construcción	20
2.2.5.7	Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo)	20
2.2.5.8	Actividades de restauración (abandono final)	21
2.2.6	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera	21
2.2.7	Utilización de explosivos	23
2.2.8	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	24
2.2.8.1	Manejo de los residuos sólidos urbanos	24
2.2.8.2	Manejo de los residuos peligrosos	24
2.2.8.3	Aguas residuales	24
2.2.9	Otras fuentes de daños	24
3	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO	25
3.1	Plan de desarrollo nacional	25
3.2	Plan de desarrollo estatal	26
3.3	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales	26
3.4	Programa de desarrollo municipal	27
3.5	Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE]	27

3.5.1	Leyes	29
3.5.2	Reglamentos	30
3.5.3	Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM]	30
3.6	Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación	33
3.6.1	Áreas naturales protegidas [ANP]	33
3.6.2	Áreas de importancia para la conservación de las aves [AICAS]	33
3.6.3	Regiones hidrológicas prioritarias [RHP]	33
3.6.4	Regiones terrestres prioritarias [RTP]	33
4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA	
AMBIENTAL		34
4.1	Delimitación del área de influencia	34
4.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental	36
4.2.1	Aspectos abióticos	36
4.2.1.1	Clima	36
4.2.1.2	Geología	40
4.2.1.2.1	Geología regional	40
4.2.1.2.2	Geología local	40
4.2.1.2.3	Geología del subsuelo	41
4.2.1.2.4	Fisiografía	42
4.2.1.3	Suelos	46
4.2.1.3.1	Tipos de suelo	46
4.2.1.3.2	Tipos de erosión presentes y las causas que las originan	48
4.2.1.3.3	Estimación de la erosión hídrica	50
4.2.1.3.3.1	Factor erosividad de la lluvia	50
4.2.1.3.3.2	Factor de erodabilidad del suelo	51
4.2.1.3.3.3	Factor topográfico	53
4.2.1.3.3.4	Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo	55
4.2.1.3.3.5	Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo	57
4.2.1.3.3.6	Estimación de la erosión potencial	58
4.2.1.3.3.7	Estimación de la erosión actual	58
4.2.1.3.4	Estado de conservación del suelo	59
4.2.1.4	Hidrología	61
4.2.1.4.1	Hidrología superficial	61
4.2.1.4.2	Calidad del agua	62
4.2.1.4.3	Hidrología subterránea	62
4.2.1.4.4	Uso del Agua	63
4.2.2	Aspectos bióticos	63
4.2.2.1	Vegetación	63
4.2.2.1.1	Tipos de vegetación	63
4.2.2.1.2	Especies de importancia económica	65
4.2.2.1.3	Especies en la NOM - 059	65
4.2.2.2	Fauna	65
4.2.2.2.1	Aves	66
4.2.2.2.2	Anfibios y reptiles	66
4.2.2.2.3	Mamíferos	67
4.2.2.2.4	Especies de importancia económica	67
4.2.2.2.5	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	68
4.2.3	Paisaje	68

4.2.4	Medio socioeconómico	71
4.2.4.1	Demografía	71
4.2.5	Diagnóstico ambiental	73
4.2.5.1	Integración del inventario ambiental	73
4.2.5.2	Valoración del estado actual	74
4.2.5.3	Síntesis	75
5	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	76
5.1	Lista de verificación	77
5.2	Caracterización y valoración de los impactos	82
5.2.1	Preparación del sitio	85
5.2.2	Construcción	90
5.2.3	Operación - mantenimiento	94
5.2.4	Abandono del sitio	97
5.3	Jerarquización de los impactos	100
6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	105
6.1	Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	105
6.1.1	Clasificación de las medidas	105
6.1.2	Medidas propuestas para cada elemento ambiental	106
6.1.2.1	Atmósfera	106
6.1.2.2	Geológico	106
6.1.2.3	Suelo	107
6.1.2.4	Agua	107
6.1.2.5	Paisaje	107
6.1.2.6	Vegetación	108
6.1.2.7	Fauna	108
6.1.2.8	Sociedad	108
6.1.3	Programas de atención prioritaria	108
6.1.3.1	Programa de rescate y reubicación de fauna	108
6.1.3.1.1	Objetivos	108
6.1.3.1.2	Metas	109
6.1.3.1.3	Descripción de las especies de fauna	109
6.1.3.1.4	Actividades	112
6.1.3.1.4.1	Capacitación al personal	112
6.1.3.1.4.2	Ahuyentamiento de la fauna	112
6.1.3.1.4.3	Identificación	112
6.1.3.1.4.4	Métodos para el manejo de las especies	113
6.1.3.1.4.4.1	Anfibios	113
6.1.3.1.4.4.2	Aves	113
6.1.3.1.4.4.3	Reptiles	116
6.1.3.1.4.4.4	Mamíferos	117
6.1.3.1.4.5	Cronograma	117
6.1.3.1.4.6	Seguimiento y evaluación	117
6.1.3.1.4.7	Área considerada para realizar el rescate	117
6.1.3.2	Programa de conservación de suelos	118
6.1.3.2.1	Pronóstico de la pérdida de suelo con el área del proyecto incluyendo las medidas de mitigación	118
6.1.3.2.1.1	Presas de control de azolves	118

6.1.3.2.1.2	Resultados esperados del programa	119
6.1.3.2.1.3	Ubicación de las obras	120
6.1.3.3	Programa de reforestación	120
6.1.3.3.1	Objetivos	121
6.1.3.3.2	Meta	121
6.1.3.3.3	Metodología	121
6.1.3.3.3.1	Selección de la especie	121
6.1.3.3.3.2	Densidad de plantación	121
6.1.3.3.3.3	Estado físico y sanitario de la planta	121
6.1.3.3.3.4	Diseño de la plantación	122
6.1.3.3.3.5	Época de plantación	122
6.1.3.3.3.6	Técnica de plantación	122
6.1.3.3.4	Lugares de acopio	123
6.1.3.3.5	Selección del sitio	123
6.1.3.3.6	Indicadores de evaluación	123
6.1.3.3.7	Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados	124
6.1.3.3.8	Programa de actividades	124
6.1.3.3.9	Evaluación del rescate y reubicación	124
6.1.3.3.10	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes	124
6.1.3.3.11	Informe de avances y resultados	124
6.1.4	Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa	125
6.1.5	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)	127
6.1.6	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas	128
7	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	129
7.1	Pronóstico de escenario	129
7.2	Programa de vigilancia ambiental	130
7.2.1	Calendario de muestreo	131
7.2.2	Procedimientos para el control de calidad	131
7.3	Conclusiones	131
8	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA	132
8.1	Formatos de presentación	132
8.2	Planos	132
8.3	Fotografías	133
8.4	Videos	133
8.5	Responsiva técnica de la elaboración del estudio	134
9	LITERATURA CONSULTADA	135

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1-1. Acceso al sitio del proyecto	1
Cuadro 2-1. Coordenadas UTM de las infraestructuras que se presentara en el sitio	5
Cuadro 2-2. Superficie respecto al tipo de propiedad	6
Cuadro 2-3. Coordenadas geográficas en UTM de los vértices que conforman los polígonos de los predios particulares	6
Cuadro 2-4. Capital requerido	7
Cuadro 2-5 Balance económico	7
Cuadro 2-6. Área ocupada por las obras asociadas	7
Cuadro 2-7. Necesidades de mano de obra	10
Cuadro 2-8. Programa general de trabajo por etapa	10
Cuadro 2-9. Cronograma de actividades por etapa	11
Cuadro 2-10. Programa anual de obras mineras	15
Cuadro 2-11. Mantenimiento preventivo del equipo de la mina	17
Cuadro 2-12 Programa de actividades durante el abandono del sitio	19
Cuadro 2-13. Residuos sólidos domésticos generados	21
Cuadro 2-14 Residuos peligrosos generados en la etapa de construcción - mantenimiento	22
Cuadro 2-15 Relación de áreas y ruidos	23
Cuadro 3-1. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades	28
Cuadro 3-2. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables	30
Cuadro 4-1. Delimitación del SA	35
Cuadro 4-2. Tipos de clima presentes en el Sistema Ambiental	36
Cuadro 4-3. Estaciones meteorológicas consultadas para el SA	37
Cuadro 4-4. Registros de temperatura de las estaciones climáticas del SA	37
Cuadro 4-5. Temperatura media anual del SA	37
Cuadro 4-6. Registros de temperatura de las estaciones climáticas del SA	38
Cuadro 4-7. Precipitación media anual del SA	38
Cuadro 4-8. Evapotranspiración potencial anual (mm) para las regiones del estado de Durango	39
Cuadro 4-9. Geología local y regional	40
Cuadro 4-10. Superficie del SA con referencia a las provincias fisiográficas	42
Cuadro 4-11 Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009)	44
Cuadro 4-12. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental	45
Cuadro 4-13. Distribución de los tipos de suelos en el SA	48
Cuadro 4-14. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo	49
Cuadro 4-15. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991)	50
Cuadro 4-16. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura	52
Cuadro 4-17 Valores del factor K en el SA	52
Cuadro 4-18. Valores del factor C	55
Cuadro 4-19. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López et al., 2003)	57
Cuadro 4-20. Erosión potencial hídrica en el SA	58
Cuadro 4-21. Grado de erosión hídrica actual en el SA	59
Cuadro 4-22. Grado de degradación en el SA	60
Cuadro 4-23. Marco hidrológico por unidad ambiental	61
Cuadro 4-24. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental	63
Cuadro 4-25. Lista de especies de aves reportadas en el SA	66
Cuadro 4-26. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados en el SA	67
Cuadro 4-27. Lista de especies de mamíferos reportadas en el SA	67
Cuadro 4-28. Especies de aves incluidas en el CEHACO 2016-2017 de la SEMARNAT	67
Cuadro 4-29. Especies de fauna presentes a nivel regional con algún estatus en la NOM – 059	68

<i>Cuadro 4-30. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio</i>	69
<i>Cuadro 4-31. Valoración de la fragilidad del paisaje</i>	70
<i>Cuadro 4-32. Demografía de los poblados del AI</i>	71
<i>Cuadro 4-33. Descripción del inventario ambiental</i>	73
<i>Cuadro 4-34. Valoración de estado actual del inventario ambiental</i>	74
<i>Cuadro 5-1. Lista de verificación de impactos ambientales</i>	79
<i>Cuadro 5-2. Globalización de los impactos relevantes</i>	81
<i>Cuadro 5-3. Identificación inicial de los impactos por etapa</i>	82
<i>Cuadro 5-4. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales</i>	84
<i>Cuadro 5-5. Criterios de categorización de los impactos ambientales</i>	85
<i>Cuadro 5-6. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio</i>	89
<i>Cuadro 5-7. Valoración de los impactos en la etapa de construcción</i>	93
<i>Cuadro 5-8. Valoración de los impactos en la etapa de operación - mantenimiento</i>	96
<i>Cuadro 5-9. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio (en su caso)</i>	99
<i>Cuadro 5-10. Jerarquización de los impactos</i>	102
<i>Cuadro 5-11. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa</i>	103
<i>Cuadro 6-1. Especies de fauna incluidas en la NOM-059</i>	109
<i>Cuadro 6-2. Descripción general de las especies incluidas en la NOM - 059</i>	110
<i>Cuadro 6-3. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059</i>	111
<i>Cuadro 6-4. Cronograma de Actividades</i>	117
<i>Cuadro 6-5. Erosión total para el sitio</i>	118
<i>Cuadro 6-6. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra</i>	118
<i>Cuadro 6-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/cm³)</i>	119
<i>Cuadro 6-8. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total</i>	119
<i>Cuadro 6-9. Resultados esperados de la ejecución del programa de conservación de suelos</i>	119
<i>Cuadro 6-10. Coordenadas que delimitan el área propuesta para establecer el acomodo de material vegetal muerto</i>	120
<i>Cuadro 6-11. Coordenadas donde se ubicarán las presas de piedra acomodada</i>	120
<i>Cuadro 6-12. Número de plantas a reforestar</i>	121
<i>Cuadro 6-13. Coordenadas geográficas UTM del polígono propuesto para la reforestación con el género Pinus</i>	123
<i>Cuadro 6-14. Programa de actividades de la reforestación</i>	124
<i>Cuadro 6-15. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas</i>	125
<i>Cuadro 6-16. Sustentabilidad ambiental con medidas de mitigación y compensación</i>	128
<i>Cuadro 7-1. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación</i>	130
<i>Cuadro 7-2. Calendario de muestreo del programa de monitoreo ambiental</i>	131

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1-1. Ubicación del sitio en el contexto estatal</i> -----	1
<i>Figura 4-1. Delimitación del Sistema Ambiental</i> -----	36
<i>Figura 4-2 Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA</i> -----	39
<i>Figura 4-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental</i> -----	42
<i>Figura 4-4. Elevaciones en el Sistema Ambiental (DEM)</i> -----	43
<i>Figura 4-5. Pendiente del SA</i> -----	44
<i>Figura 4-6. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental</i> -----	45
<i>Figura 4-7. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997)</i> -----	51
<i>Figura 4-8. Representación del factor R en el SA</i> -----	51
<i>Figura 4-9. Representación del factor K en el SA</i> -----	53
<i>Figura 4-10. Representación del factor LS en el SA</i> -----	55
<i>Figura 4-11. Representación del factor C en el SA</i> -----	57
<i>Figura 4-12. Erosión hídrica actual del SA</i> -----	59
<i>Figura 4-13. Esquema de integración de la degradación de los recursos bióticos, edáficos e hídricos</i> -----	60
<i>Figura 4-14. Grado de degradación en el SA</i> -----	61
<i>Figura 4-15. Distribución de la red hidrográfica en el Sistema Ambiental</i> -----	62
<i>Figura 4-16. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, (2014)</i> -----	62
<i>Figura 4-17. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014</i> -----	63
<i>Figura 4-18. Distribución de las especies en el espacio geográfico</i> -----	66
<i>Figura 4-19. Distribución de las especies en categoría de riesgo en el espacio geográfico</i> -----	68
<i>Figura 5-1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos</i> -----	77
<i>Figura 5-2. Distribución de los impactos ambientales por categoría</i> -----	104
<i>Figura 5-3. Jerarquización de los impactos ambientales</i> -----	104
<i>Figura 6-1. Diseño de plantación marco real a utilizar en la reforestación</i> -----	122
<i>Figura 6-2. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)</i> -----	123

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente estudio. Por otra parte, se pueden encontrar en cada capítulo otros términos más específicos que han sido empleados de forma muy puntual a lo largo del documento.

Término / Acrónimo	Significado
AI	Área de Influencia (área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades de manera directa o indirecta)
CEH	Calendario de Épocas Hábiles 2006 - 2017 (SEMARNAT)
CEHACO	Calendario de Épocas Hábiles de Aves Canoras y de Ornato 2016 – 2017 (SEMARNAT)
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CNSM	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPO	Comisión Nacional de Población
CURP	Clave Única de Registro de Población
ETJ	Estudio Técnico Justificativo
EMD	Explotación Minera Directa
IA	Impacto Ambiental
INE	Instituto Nacional Electoral
LGAPF	<i>Ley General de Administración Pública Federal</i>
LGDFS	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
LGEEPA	<i>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
LGPGIR	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
NOM	Norma Oficial Mexicana
MOEE	<i>Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal (Durango)</i>
PPA	Programa de Prevención de Accidentes
PR-Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Flora
PR-Fauna	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
PC-Suelo	Programa de conservación y restauración de suelo
P-Reforestación	Programa de reforestación
RAN	Registro Agrario Nacional
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RFN	Registro Forestal Nacional
R-LGEEPA-EIA	<i>Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
RLGPGIR	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>

SA	Sistema Ambiental (delimitación regional concreta como cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras)
SDT*	Sólidos Disueltos Totales
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMO	Sierra Madre Occidental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

1 DATOS GENERALES

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre

Explotación de recursos minerales en San Lucas de Ocampo, municipio de San Juan del Río, Dgo.

1.1.2 Ubicación y acceso

El sitio se ubica muy cercano al poblado de San Lucas de Ocampo, municipio de San Juan del Río, Durango. El acceso al sitio se da en el km 87 de la carretera Durango – Parral, aproximadamente a 100 metros antes de la entrada al poblado de San Lucas de Ocampo. En la figura siguiente se puede apreciar su localización en el contexto geopolítico.

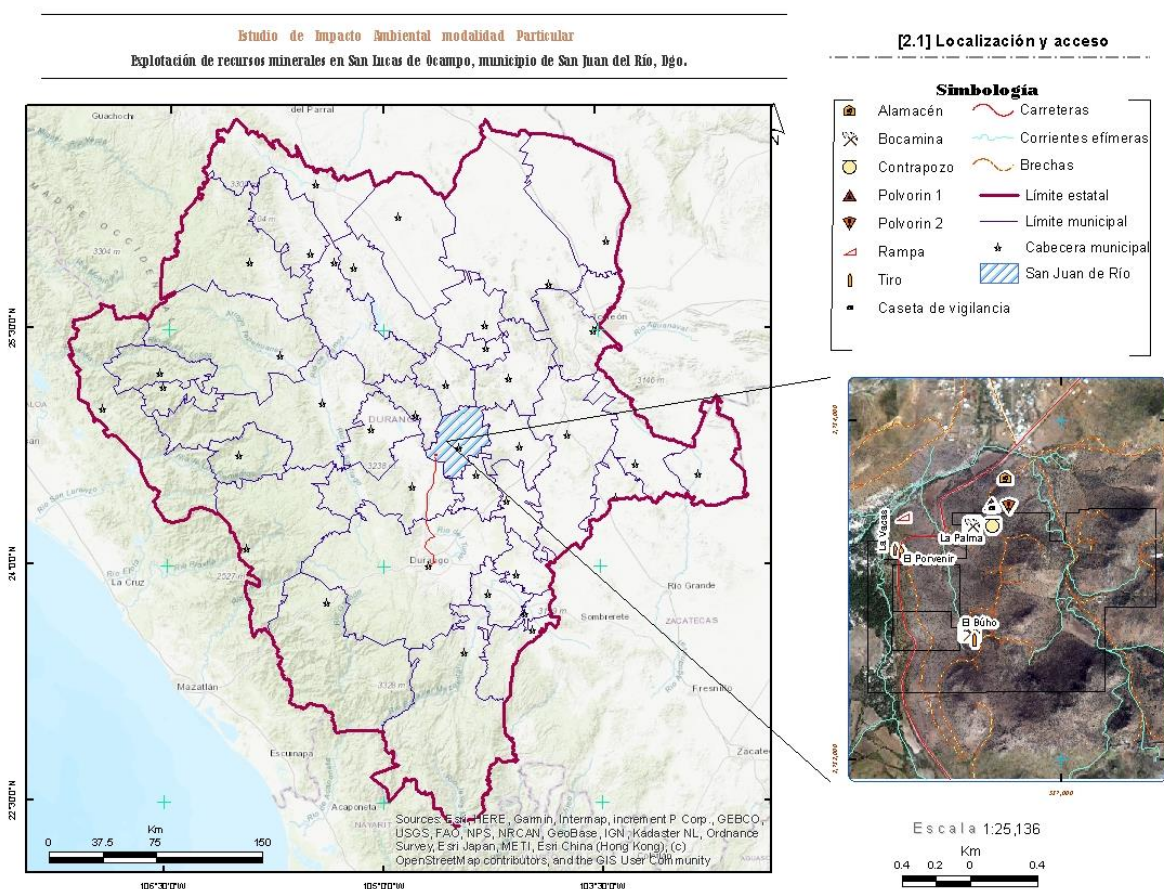


Figura 1-1. Ubicación del sitio en el contexto estatal

La infraestructura para tener acceso al sitio, partiendo de la ciudad de Durango es la siguiente:

Cuadro 1-1. Acceso al sitio del proyecto

Carretera (acceso)	Km	Tipo
Durango – La Granja	55	Pavimento
La Granja – San Lucas de Ocampo	32	Pavimento
TOTAL	87	

En el **Anexo 2.1** se presenta el plano de la localización y acceso al sitio a una escala adecuada.

1.1.3 Vida útil

La vida útil del programa de aprovechamiento del mineral fue estimada a **25 años**, considerando las reservas actuales de los minerales de ley a explotar en las minas subterráneas y el tiempo estimado para el minado con la infraestructura propuesta (para una producción nominal de 1 000 toneladas por mes). Sin embargo, existen muchas variables involucradas que determinan la duración o cierre definitivo de un proyecto minero, entre las cuales destacan principalmente la presencia y/o ausencia de minerales de ley en los yacimientos concesionados, los costos para su explotación, la cotización de los minerales preciosos en el mercado internacional, conflictos locales por el uso de suelo, etc. Por lo anterior se estimó que dentro de los próximos 25 años después de concluida la etapa de construcción – operación será suficiente para lograr una estabilidad del sitio con la topografía local que asegura que se habrá estabilizado el grado de erosión por la presencia de la vegetación.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación legal que acredita la personalidad con que comparece la Promovente se presenta en el **Anexo 1** siendo la siguiente:

- Copia certificada del acta constitutiva de la Promovente.
- Copia certificada del poder general del representante legal.
- Copia de la identificación oficial y CURP del representante legal.
- Copia del RFC de la Promovente.
- Convenio de ocupación y anuencia de parte de los propietarios de los predios particulares al Promovente para realizar la operación del proyecto minero.

1.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

El MIAP es promovido por la empresa Contratista Martínez Canchola S.A. de C.V.

1.2.2 Registro federal de contribuyentes

CMC0802093YA

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El representante legal de la Promovente es: **Ing. Daniel Cabrera Caudillo** y la documentación que acredita su personalidad se presenta en el **Anexo 1**.

1.2.4 Dirección

La dirección para oír y/o recibir notificaciones en la Ciudad de Victoria de Durango es: Calle Guatemala No. 512, Col. Francisco Zarco, C.P. 34210. Teléfono: 01-674-862-03-59; E-mail: sacra.corral@gmail.com.

1.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.3.1 Nombre o razón social

SERVICIOS TÉCNICOS ASOCIADOS DEL NOROESTE S DE R.L DE C.V

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

STA940210393 (Razón social)

1.3.3 Nombre del responsable técnico

M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

RFC CORS720413U5A
CURP CORS720413HDGRV04

RFN No. 8, del Volumen 2, del Libro DURANGO Tipo UI; Según Oficio SG/130.2.2.2/0001 de fecha 15 de agosto del año 2001

1.3.4 Profesión y número de cédula profesional

- **Maestro en Ciencias Forestales**, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León; cédula No. **3107384**.
- **Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción**, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula No. **2642485**.

Consulta: <http://www.cedulaprofesional.sep.gob.mx/cedula/>.

1.3.5 Dirección

Privada Hacienda La Flor No. 160, Fraccionamiento Haciendas, Victoria de Durango, Dgo. CP: 34217 E-mail: sacra.corral@gmail.com. Teléfono: 01- 674-101-6013.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información general

2.1.1 Naturaleza

El desarrollo de la minería se sustenta en la identificación de recursos minerales potenciales, susceptibles de aprovechamiento económico, por tanto, previo a cualquier desarrollo minero se efectúan diversas actividades de exploración con la finalidad de conocer a detalle la cantidad de recursos minerales con valores de ley que cuenta un prospecto minero.

En este contexto las actividades de explotación de los yacimientos de **San Lucas de Ocampo** se refieren únicamente al desarrollo de obras mineras subterráneas en los lotes concesionados a la Promovente dentro de una superficie de 119.7 hectáreas, con el objetivo de aprovechar diversas vetas con valores potenciales de oro, plata, plomo, zinc, estaño y fluorita principalmente. En el fundo de **San Lucas de Ocampo** actualmente se pretende explotar tres bocaminas con técnicas más sustentables desde el punto de vista ambiental y económico para extraer aproximadamente 1 000 toneladas de mineral de ley por mes que será enviado hasta la ciudad de Durango para su posterior beneficio. Por lo antes expuesto, el proyecto consistirá únicamente en la explotación de minerales reservados a la federación en minas subterráneas, así mismo, la apertura de 3 patios de maniobras con tepetateras para almacenar el mineral de manera temporal. Es importante mencionar que para realizar estas actividades no se requiere de algún cambio de uso de suelo dado que el sitio ya ha sido trabajado de manera gambusina desde hace varios años. Los almacenes y albergues para los trabajadores se encuentran en la localidad de San Lucas de Ocampo. Los sistemas de minado propuestos para la explotación de los recursos minerales propuestos son; i) tumba sobre carga, ii) corte y relleno, iii) tumba por subniveles y, iv) hundimiento de bloques.

Finalmente, con la operación de las actividades mineras se generarán un total de **30 empleos directos y permanentes**, de los cuales 20 personas trabajarán en las zonas de barrenación realizando las operaciones mineras, en dos turnos semanales; y los 10 restantes son considerados como el personal administrativo (en los que se contempla personal de supervisión). Se estima que por cada empleo directo para esta región se generan 6 empleos más, por lo que se logrará crear **180 empleos eventuales**.

2.1.2 Objetivos y uso del suelo forestal

General

Obtener la resolución al impacto ambiental para ejecutar actividades inherentes a la explotación minera directa en los lotes mineros de San Lucas de Ocampo, municipio de San Juan del Río.

Particulares

- Establecer las medidas de prevención, protección, mitigación y restauración de los impactos ambientales identificados durante las diferentes etapas de la obra.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región mediante las actividades que contempla la explotación minera y que habrá de crear fuentes de empleo que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes.

El uso que se pretende dar al terreno consiste en llevar a cabo actividades de explotación y extracción de minerales, es decir para infraestructura minera.

2.1.2.1 Criterio del ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo al programa de *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, para el municipio de San Juan del Río, el sitio se ubica en la **UAB 14: Sierras y llanuras de Durango** teniendo una política de aprovechamiento sustentable. Por su parte, en cuanto al *Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango*, el sitio se ubica en la **UGA No. 122 “Lomerío con mesetas 11”**, con una política ambiental dedicada al aprovechamiento.

El único factor detectable que pudieran poner en riesgo el uso propuesto, es la existencia de conflictos con la tenencia de la tierra (litigio por linderos); lo cual puede considerarse nulo, ya que los titulares de los terrenos tienen las escrituras debidamente inscritas en el Registro Público de la Propiedad en el municipio de San Juan del Río.

El uso actual del suelo que prevalece en el sitio corresponde en su mayoría al tipo de vegetación de **matorral crasicaule sin aptitud de aprovechamiento maderable**.

En el plano del **Anexo 5.4** se localiza el sitio respecto al ordenamiento del territorio ecológico municipal y estatal.

2.1.2.2 Tipificación de la obra a desarrollar

La obra corresponde a la explotación de recursos minerales en lotes Privados, dichas actividades no contemplan la realización de cambio de uso de suelo.

En el programa de trabajo, se incluyen las medidas de prevención, protección y mitigación de impactos ambientales para afectar lo menos posible el entorno ambiental de la zona de influencia local y regional.

2.1.2.3 Selección del sitio

La localización de la infraestructura a desarrollar en los proyectos mineros está fuertemente vinculada con el yacimiento del mineral a explotar, es decir, lo más cercano posible entre la planta de beneficio y a los yacimientos de los minerales de ley por los fuertes costos que representa el acarreo (flete). Sin embargo, siempre será necesario considerar ciertos criterios técnicos, económicos y ambientales a fin de justificar sustentablemente su desarrollo. Para el caso del fundo minero de San Lucas de Ocampo, la zona a explorar se encuentra próxima al poblado de San Lucas de Ocampo, municipio de San Juan del Río, lo que facilita el acceso durante todo el año y en términos administrativos es una ventaja económica dado que se cuenta con toda la infraestructura necesaria al alcance.

El fundo **San Lucas de Ocampo** se localiza en una zona accesible durante el año, motivo por el cual se ha decidido solo explotar el mineral de las vetas de mayor ley y transportarlo hasta las plantas de beneficio de la ciudad de Durango y Torreón Coahuila. Debido a que las áreas destinadas para bocaminas, patios de maniobras y rehabilitación de camino, se encuentran cercanos a las vetas que se explotaron años atrás donde se presentan los minerales de Zinc con subproductos de plomo, plata, cobre y oro, con valores cambiantes y expresados en gramos por tonelada por lo que estas obras deben estar lo más cercano posible a la mina o vetas para evitar desarrollar infraestructura de caminos. Por tanto, en la selección del sitio e infraestructura a desarrollar se ha considerado los siguientes criterios:

a). Técnicos

- El sistema de minado para la explotación de las vetas asegura una recuperación de los minerales ricos en Zinc y sus subproductos.
- El sistema de explotación del mineral es a través de minado subterráneo para aquellas vetas explotadas antiguamente que representa una ventaja respecto a la explotación a tajo abierto.
- El mineral de alta ley será trasladado directamente de los patios de minerales hasta la ciudad de Durango y Torreón Coahuila.
- El sitio para desarrollar la infraestructura se encuentra degradado por las actividades mineras desarrolladas antiguamente.
- Considerando la geología local no existe evidencias de que se presenten derrumbes o hundimientos en las minas subterráneas a través de los sistemas de explotación.

b). Ambientales

- No se construirá una planta de beneficio y presa de jales, lo que reduce considerablemente la generación de impactos negativos al medio ambiente.
- No existe cubierta vegetal que requiera de un cambio de uso de suelo para desarrollar la infraestructura necesaria para la operación minera.
- Se cuenta con caminos accesibles y en buenas condiciones para llegar al sitio durante todo el año.
- El sitio se encuentra fuera de las áreas naturales protegidas establecidas para el estado de Durango.

c). Económicos

- La ley (expresada en gramos por tonelada) de los minerales asegura la recuperación (inversión) de los costos de explotación y traslado hasta la ciudad de Durango.
- Se crean empleos directos e indirectos para los habitantes de las comunidades cercanas al sitio; con lo cual, se abate un poco el grado de marginación en el poblado San Lucas de Ocampo.

2.1.3 Ubicación y dimensiones**2.1.3.1 Ubicación de la infraestructura**

La infraestructura se localiza en las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum **WGS84** ([World Geographic System of 1984](#)) del cuadro siguiente.

Cuadro 2-1. Coordenadas UTM de las infraestructuras que se presentara en el sitio

Infraestructura	UTM X	UTM Y
Tiro El Porvenir	449460	2782411
Tiro Las Vacas	535025	2733249
Rampa La Vacas	536074	2733434
Almacén	536673	2733664
Polvorín 1	536592	2733508
Caseta de vigilancia	536592	2733484
Polvorín 2	536693	2733499
Bocamina El Búho	536462	2732757
Tiro El Búho	536491	2732711
Contrapozo	536599	2733380
Bocamina La Palma	536474	2733382
Tiro La Palma	536513	2733391

Los patios de maniobras para almacenar temporalmente el mineral de ley se localizan a 20 metros de cada socavón o bocamina y tendrán una superficie de aproximadamente 40,000 metros cuadrados.

En el plano del **Anexo 2.2** se puede observar la ubicación de la infraestructura, las vías de acceso, hidrología local y, además, se presenta la imagen Googletm donde se puede identificar claramente los rasgos fisiográficos y cubierta vegetal del sitio.

2.1.3.2 Ubicación respecto al tipo de propiedad

El sitio se localiza dentro de tres Predios Particulares, donde los propietarios han dado su aprobación mediante un convenio de prestación de servicio ocupación, se anexa los documentos correspondientes (**Anexo 1**). Las superficies que corresponde a cada uno de los predios se pueden apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 2-2. Superficie respecto al tipo de propiedad

Predio	Clave del predio	Superficie total (ha)
Daniel Calderón López	DCL	48.6000
Salvador Márquez Aguilar	SMA	23.8000
Miguel Nevárez Quiñonez	MNQ	47.3623
Total		119.7623

La localización del sitio dentro de las propiedades particulares se puede observar en el **Anexo 2.3** y las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum WGS84 que delimitan a cada uno de los predios se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-3. Coordenadas geográficas en UTM de los vértices que conforman los polígonos de los predios particulares

PREDIO	COOR_X	COOR_Y	PREDIO	COOR_X	COOR_Y	PREDIO	COOR_X	COOR_Y
DCL	536786	2733174	SMA	536786	2733174	MNQ	537286	2733517
DCL	536797	2732556	SMA	537016	2733179	MNQ	537272	2733559
DCL	536512	2732509	SMA	537015	2733199	MNQ	537291	2733572
DCL	536189	2733016	SMA	537277	2732923	MNQ	537314	2733584
DCL	536149	2733190	SMA	537279	2732851	MNQ	537340	2733608
DCL	536083	2733256	SMA	537339	2732804	MNQ	537378	2733613
DCL	536106	2733284	SMA	537295	2732714	MNQ	537454	2733577
DCL	536129	2733289	SMA	537118	2732662	MNQ	537542	2733534
DCL	536284	2733292	SMA	536797	2732556	MNQ	537621	2733345
DCL	536300	2733296	SMA	536786	2733174	MNQ	537608	2732962
DCL	536326	2733326	MNQ	537277	2732902	MNQ	537277	2732902
DCL	536333	2733349	MNQ	537277	2732923			
DCL	536326	2733426	MNQ	537015	2733199			
DCL	536313	2733494	MNQ	537107	2733400			
DCL	536315	2733518	MNQ	537134	2733462			
DCL	536321	2733528	MNQ	537138	2733482			
DCL	536488	2733626	MNQ	537140	2733528			
DCL	536786	2733174	MNQ	537205	2733465			

2.1.3.3 Distribución de la infraestructura permanente, asociada y provisional

En cuanto a la distribución de la infraestructura disponible y necesaria para poner en operación la obra, no hay necesidad de construir campamentos, talleres, almacenes y patios de maniobras, dado que se aprovechará la infraestructura disponible en la comunidad de San Lucas de Ocampo.

2.1.4 Inversión requerida

a). Capital requerido

De acuerdo al análisis económico financiero realizado por la Promovente, el importe total estimado o capital total requerido se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-4. Capital requerido

CONCEPTO	COSTO
Adquisición de materiales (incluye pólvora)	\$ 1,750,570.00
Mano de obra	\$ 525,171.00
Rehabilitación de caminos	\$ 350,000.00
Adquisición de maquinaria	\$ 1,500,000.00
Gastos indirectos	\$ 262,585.50
Subtotal	\$ 4,388,326.50
IVA (16%)	\$ 702,132.24
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"	\$ 58,320.00
Cumplimiento de los términos y condicionantes en materia de impacto ambiental	\$ 140,200.00
TOTAL	\$ 5,288,978.74

b). Período de recuperación

El período de recuperación se estimó a través del balance entre los costos de producción y las ventas totales anuales de la siguiente manera:

Cuadro 2-5 Balance económico

Concepto	Monto (\$)
Ingresos anuales de la venta de los metales	1,843,344.00
Costos de operación anual proyecto minero	909,452.00
Depreciación anual (10 %)	150,000.00
Superávit	783,892.00

Una vez estimado el superávit el tiempo de recuperación de la inversión total será de **6.8** años.

c). Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos, los costos necesarios para realizar estas actividades estarán en el orden de 19.81% del costo total.

2.1.5 Dimensiones

La superficie del polígono del **Lote Minero San Lucas de Ocampo**, dentro del cual se encuentra el yacimiento minero corresponde a 150 hectáreas. La infraestructura a desarrollar solo corresponde a 3 socavones o bocaminas con sus respectivos patios de maniobras que servirán para el minado y explotación de las vetas de interés. Por tanto, las superficies se desglosan de la siguiente manera:

2.1.5.1 Superficie total del predio (polígonos del proyecto)

La superficie total de las obras a desarrollar es la siguiente:

Cuadro 2-6. Área ocupada por las obras asociadas

Obra	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Bocamina El Búho	2.5	2.5	6.25
Bocamina La Palma	2.5	2.5	6.25
Rampa Las Vacas	4	4	16
Polvorín 1	8	6	48
Polvorín 2	8	6	48

Tiro El Porvenir	3	3	9
Tiro Las Vacas			
Tiro el Búho	3	3	9
Tiro La Palma	3	3	9
Caseta de vigilancia	3	2	6
Almacén temporal de residuos	2	3	6
Contrapozo	2	2	4
Tepetatera Las Vacas	200	200	40000
Tepetatera La Palma	200	200	40000
Tepetatera El Búho	200	200	40000
Tepetatera	200	200	40000
Total			160 167.5

2.1.5.2 Superficie a afectar respecto a la cubierta vegetal

No se afectará superficie que contenga cubierta forestal por tratarse de un sitio que presenta antecedentes de explotación de minerales con caminos en operación y tepetateras ya establecidas. No existe la necesidad de construir almacenes, dormitorios, baños, entre otros, por la cercanía del sitio al poblado San Lucas de Ocampo, ya que los trabajadores podrán desplazarse diariamente a sus respectivas casas o albergues, almacenes, etc.

2.1.5.3 Superficie de obras permanentes

Todas las obras se consideran permanentes durante la vida útil establecida (100% de la superficie).

2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua

2.1.6.1 Uso de suelo

En el municipio de **San Juan del Río** destacan como actividades económicas primarias la agricultura y ganadería. De acuerdo al prontuario de información geográfica municipal; el uso de suelo y vegetación se distribuye de la manera siguiente: agricultura (19.0%), zona urbana (0.3%), pastizal (43.1%), matorral (37.0%) y bosque (0.5%).

a) Uso agrícola

Existen amplios campos donde se practica la agricultura de temporal, los principales cultivos trabajados en la zona son: avena forrajera, chile, maíz y cebolla. Debido a las condiciones climatológicas, varios agricultores han apostado a la implementación de sistemas de riego, para poder hacer sus cultivos más rentables.

b) 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 agrícola, se puede considerar que los terrenos de agostadero no están bien delimitados respecto al uso forestal y el ganado (*bovino* y *equino* principalmente) se encuentra libre. El principal ganado criado es el bovino, porcino, ovino, equino y caprino.

c) Industria

La industria es escasa, se trabaja en la fabricación de muebles (carpintería), jarciería, talabartería. Desde 1997, este municipio se vio favorecido con la creación de nuevos empleos al abrirse una planta maquiladora.

d) Infraestructura minera

Se explotan yacimientos de plata, plomo y zinc, de acuerdo al Servicio Geológico Nacional, San Juan del Río corresponde a la región 15-Rodeo, con potencial para oro, plata, plomo, zinc, estaño y fluorita, en tipo de yacimiento son: de vetas, mantos y chimeneas, correspondiendo a la zona de trabajo el Distrito San Lucas de Ocampo.

e) Uso forestal

A nivel regional se encuentran múltiples especies maderables y no maderables que tienen diversos usos y aplicaciones, en cuanto a maderables las principales especies que se aprovechan son los Pinos Piñoneros (*Pinus cembroides*) y el Mezquite (*Prosopis laevigata*) para la elaboración de postes de cerca y carbón, y algunos no maderables como Orégano (*Lippia berlandieri*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), Sotol (*Dasyllirion durangensis* y *Dasyllirion cedrosanum*) de las más importantes, existiendo una gran lista de flora de uso local. Debido a que el porcentaje del uso forestal es muy bajo para el municipio, se puede deducir que el principal aprovechamiento de los recursos forestales son los no maderables.

2.1.6.2 Uso de los cuerpos de agua

A nivel municipal las principales corrientes de agua perenne son: Río San Juan, mientras que las intermitentes: San Lucas, El Huizache, Magueyes, Santa Ana, Arroyo Seco, Agua Nueva, El Chupadero, Los Metates, La Carroza, El Tigre, El Sauz, Arroyo Prieto, Las Canoas, La Noria, El Caballo, Jimulco, El Reparo, El Potrero, La Vieja, Las Minas, Arámbula, La Estancia, La Silla, San Juan y La Gotera. Los detalles de las corrientes de agua a nivel local y regional, se pueden observar en el Anexo 2.2 y 4.2, respectivamente. El uso del agua a nivel sitio, se refiere en su mayoría a actividades agrícolas y pecuarias.

2.1.6.3 Uso potencia

De acuerdo al Prontuario de Información Geográfica municipal para el municipio de San Juan del Río, el uso potencial de la zona es el agrícola y pecuario, sin embargo, también presenta características idóneas para el desarrollo de la minería, debido a los prospectos establecidos para la región.

El sitio no se ubica en zonas con programas de recuperación y restauración ecológica o de protección especial como son: parques nacionales, zonas de veda, zonas protectoras o reservas ecológicas, que pudieran limitar su desarrollo.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La disponibilidad de servicios para desarrollar las diferentes actividades y obras se encuentra al alcance, ya que el servicio de electricidad será suministrado desde el poblado **San Lucas de Ocampo**, el cual es accesible durante todo el año, y además se cuenta con la infraestructura necesaria para el abasto de los insumos y servicios. Los principales servicios requeridos son:

a). Agua

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se utilizará agua con fines de **consumo humano** para hidratar al personal que desarrollarán las actividades, se sugiere que el suministro del vital líquido, sea a través de garrafones de agua purificada. De ser necesario se realizará la contratación de pipas con agua tratada o no potable para humedecer los caminos en tiempo de estiaje y en las actividades que sea necesaria.

b). Hospedaje

Para evitar la instalación de campamentos, el personal que se contrate durante las diferentes etapas será de la misma región, de tal manera que pernocten en sus hogares; para el caso de los trabajadores foráneos se aprovecharán los servicios de hospedaje que se ofrecen en la comunidad más cercana.

c). Alimentación

Para el personal que no sea de la región, se hará uso de los restaurantes o fondas establecidos en los poblados cercanos (San Lucas de Ocampo).

d). 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 la ciudad de **Durango** o en la comunidad de **San Lucas de Ocampo**. Según se vaya necesitando para evitar almacenarlo en grandes cantidades, el mantenimiento de los vehículos se hará en los talleres establecidos en San Lucas de Ocampo.

e). Mano de obra

Con respecto al personal que se ocupará en las diferentes etapas, se requerirá de mano de obra calificada tanto externa como regional, además del personal de apoyo (jornaleros) que en su mayoría se contratarán de las comunidades más cercanas. Las necesidades de mano de obra se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 2-7. Necesidades de mano de obra

Etapas	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Tiempo máximo de jornales (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	2	1	0	3	3,168
	No calificada	8	0	5	3	
Construcción	Calificada	2	1	0	3	21,600
	No calificada	10	2	4	8	
Operación y Mantenimiento	Calificada	1	0	0	1	Indefinido
	No calificada	3	0	0	3	
Total		26	4	9	21	30

Estimado bajo el supuesto de 24 días laborables al mes, por los meses que dura cada etapa. Los turnos serán definidos por la empresa contratista.

Se ha establecido que se generarán 21 empleos permanentes, de los cuales 14 personas trabajaran en las zonas de barrenación, en dos turnos semanales; y los 6 restantes son considerados como el personal administrativo. Se estima que por cada empleo directo para esta región se generan 6 empleos más, por lo que se logrará crear **180** empleos eventuales.

2.2 Características particulares

El proyecto consiste en desarrollar actividades encaminadas a la **explotación** de minerales dentro de los lotes mineros San Lucas de Ocampo con una capacidad de producción nominal mensual de 1 000 toneladas. Los minerales extraídos serán enviados directamente a las ciudades de Durango y Torreón Coahuila para su posterior beneficio.

2.2.1 Programa general de trabajo

El cronograma de actividades para es el siguiente:

Cuadro 2-8. Programa general de trabajo por etapa

NO.	ETAPA	AÑOS																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Estudios de campo y gabinete																							
1.1	Autorización en materia de impacto ambiental																							
2	Preparación del sitio																							
3	Construcción y operación																							
4	Mantenimiento																							
5	Prevención y mitigación de impactos ambientales																							
6	Abandono del sitio																							

A continuación, se muestra de manera detallada las actividades a realizar y el tiempo estimado para su ejecución dentro de cada etapa.

Cuadro 2-9. Cronograma de actividades por etapa

No.	ETAPA / ACTIVIDAD	Periodo											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	PERMISOS REQUERIDOS	Bimestre (Acotado a 1 año) Año 1											
1.1	Autorización en Materia de Impacto Ambiental												
2	PREPARACIÓN DEL SITIO	Bimestre (Acotado a 2 años) del año 1 al 3											
2.1	Rehabilitación de los caminos de acceso												
2.2	Delimitación de las obras mineras												
2.3	Acondicionamiento de los patios de maniobras												
2.4	Elaboración de bocaminas												
2.5	Acarreo de materiales e insumos y maquinaria para el minado												
3	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	Bimestre (Acotado a 22 años) del año 2 al 24											
3.1	Cercado de los patios para almacenar el mineral												
3.2	Minado												
3.3	Desarrollo de las obras mineras												
3.4	Polvorín												
4	MANTENIMIENTO	Bimestre (Acotado a 22 años) del año 2 al 24											
4.1	Caminos de acceso												
4.2	Señalamientos												
4.3	Canales de desagüe (minas subterráneas)												
5	Prevención y mitigación de impactos ambientales	Bimestre (Acotado a 22 años) del año 2 al 24											
5.1	En función de cada etapa												
6	ABANDONO DEL SITIO	Meses (Acotado a 1 año) del año 24 al 25											
6.1	Retiro de la infraestructura de construcción – operación												
6.2	Programa de reforestación de los patios de maniobras												
6.3	Mantenimiento de la reforestación												
6.4	Programa de control de azolves												
6.5	Mantenimiento al programa de control de azolves												
6.6	Limpieza y desazolve de las galerías de desagüe y canales de protección												
6.7	Realizar campañas de prevención de incendios forestales												
6.8	Colocar letreros alusivos de protección de la fauna silvestre, así como la prohibición de la cacería ilegal												
6.9	Monitoreo												

2.2.1.1 Estudio de campo y gabinete

Se realizaron recorridos de campo para poder observar las características físicas del terreno donde se desarrollarán las obras de extracción de mineral y poder conocer la infraestructura requerida, así como los aspectos bióticos y abióticos del área de influencia. Todo esto con la finalidad de conocer todas las características del **SA** y de la sitio. Con esta información preliminar se desarrolló una base de datos geográfica de tal manera que se integró a un SIG regional.

2.2.2 Preparación del sitio

2.2.2.1 Rehabilitación de los caminos de acceso

Se ha considerado el mantenimiento de los caminos que comunican a los socavones, éstos ya están considerados como parte de la infraestructura existente y no requieren de cambio de uso de suelo. La importancia del mantenimiento de los caminos ayuda a:

- Evitar accidentes por derrumbes y daños a los vehículos que transportan los insumos y minerales.
- Proteger la calidad del agua y reducir la pérdida de sedimentos.
- Disminuir los costos en el acareo o flete del mineral.

La rehabilitación y mantenimiento será anual, principalmente antes de la temporada de lluvias para mantener los canales de desvío del agua de lluvia en buen estado. El arreglo consistirá primordialmente en rastrear todas aquellas partes del camino con el ripper de un tractor D-6 tipo Caterpillar y voltear el material para que una vez pre - humedecido volver a nivelar dentro del área de rodada de acuerdo a sus pendientes trazadas; en aquellas zonas que por su poca capa no permita hacerlo se rellenará con tepetate todos los hoyos, de igual forma se restablecerán las contra cunetas para el desvío de las aguas pluviales previniendo la erosión de los caminos.

2.2.2.2 Delimitación de las obras mineras

Esta actividad consistirá en delimitar la superficie a ocupar por la infraestructura proyectada, se realizará con el uso de equipo topográfico de precisión (estación total) siguiendo los planos definidos para este fin. Al delimitar estas áreas es recomendable señalar con estacas amarradas a cintas fosforescentes para evitar dañar árboles que se encuentran adyacentes al sitio. Interior mina también es recomendable identificar las vetas sujetas de explotación, con pintura fosforescente.

2.2.2.3 Acondicionamiento de los patios de maniobras

Todos los residuos vegetales se retirarán del sitio y se dispondrán en el banco destinado para almacenar el suelo fértil, posteriormente estos residuos serán utilizados en las obras de restauración en la etapa de abandono del sitio, acomodándolos siguiendo el contorno de las curvas de nivel para retener los sedimentos de suelo al momento que se presenten los escurrimientos superficiales. Esta actividad se realizará manual con el uso de machetes, rastrillos y palas.

2.2.2.4 Limpieza de los socavones

Al igual que los patios de maniobras los socavones serán acondicionados, retirando la maleza y las piedras hacia las partes bajas acomodándolos en sentido perpendicular a las pendientes del terreno para evitar ser arrastrados por los escurrimientos superficiales. Esta actividad será manual para posteriormente permitir la entrada de la maquinaria en las labores de minado y explotación de las vetas de interés.

2.2.2.5 Acarreo de materiales e insumos

Los materiales e insumos utilizados se dispondrán en los campamentos y almacenes establecidos en el poblado San Lucas de Ocampo, en tanto la maquinaria pesada como compresores, tractores, scoop-tram, etc., serán trasladados a los patios de maniobras para posteriormente iniciar con las labores de minado en las minas subterráneas.

2.2.3 Etapa de construcción - operación

2.2.3.1 Construcción de obras mineras

Las etapas de construcción y operación ocurrirán simultáneamente mientras se realice la explotación de las vetas de interés, es decir, las obras mineras se construyen conforme se va realizando el minado del mineral y tendrá una duración de la vida útil de 25 años o hasta el momento en que se agote el mineral de ley o interés.

El servicio que proporcionará la infraestructura será principalmente para el minado del mineral con ley, permitiendo el acceso a las vetas identificadas para su explotación. Además, los patios de maniobras y servicios serán utilizados para albergar los metales explotados del interior de las minas, así mismo para su cargue en camiones tipo volteo que lo transportarán hasta el lugar de su beneficio.

2.2.3.2 Cercado de las metaleras

Dentro de los patios de maniobras se delimitará una superficie para almacenar el mineral de ley que se va explotando de las vetas interior mina. Este sitio será compactado con el paso de un tractor D-6 Caterpillar y debidamente cercado con malla ciclónica para evitar el paso de personas no autorizadas o animales domésticos. Además, será un sitio confinado para evitar el arrastre de sedimentos fuera por los escurrimientos superficiales. Una vez que se almacene el mineral extraído de las minas subterráneas, éste será cargado en camiones tipo volteo de 12 m³ de capacidad con el uso de un Payloader y trasladado hasta el lugar de su beneficio.

2.2.3.3 Minado

El programa anual de minado consistirá en lograr una producción nominal de 1 000 toneladas por mes, mediante los siguientes sistemas:

a). Tumbado sobre carga. El minado de depósitos minerales por este método es aplicable a vetas (anchas o angostas) y es un sistema en el cual una porción del mineral tumbado se acumula dentro del rebaje, hasta que se termina su explotación. El incremento de volumen debido al abundamiento del mineral tumbado y fracturado dentro del rebaje, requiere que una porción de éste (entre el 30 y 50%) deba ser rezagada periódicamente durante las operaciones de producción, a través de contrapozos (chorros) o por medio de cruceros de extracción, con objeto de mantener un espacio de trabajo adecuado entre el piso (formado por el mineral tumbado) y la cabeza del rebaje, para poder continuar el minado ascendente del mineral, este sistema es el más utilizado en las minas subterráneas. La preparación de los rebajes inicia desde que se empieza con el frente de exploración y, se desarrolla un contra cañón con sus respectivos cruceros de extracción, en la cantidad suficiente para que cubra la longitud total del block mineralizado, al momento de iniciar el tumbado se avanza con un contrapozo de acceso (camino de escaleras) y un contrapozo de ventilación, cumpliendo este último como salida de emergencia, ubicándose de preferencia uno en cada extremo. El mineral rezagado se realiza con Scoop Tram de 3.5 yd³, vaciándolo en una metalera que es diseñada cerca del rebaje, y de acuerdo a los estándares de eficiencia de dichos equipos.

b). Corte y relleno. El sistema utiliza el relleno de tepetate, siendo este el más indicado para el minado de vetas, mantos y en general cuerpos mineralizados cuyos ángulos de buzamiento sean mayores al de reposo del material fragmentado que contengan. Para la aplicación de este método, primero se prepara el rebaje delimitando la zona de

explotación por medio de dos niveles y dos contrapozos; a esta operación se le denomina bloqueo del rebaje. Las dimensiones del rebaje o área de explotación se definen de acuerdo con el tipo de yacimiento, consistencia de las tablas y del mineral, calidad y ley de los valores, posición de los respaldos, tipo y disponibilidad del equipo de minado que se va usar. Una vez que el rebaje ha sido delimitado, se procede a ejecutar las obras de preparación que consisten fundamentalmente en el cuele de una rampa ascendente o descendente que estará dando acceso al mismo, el cuele de uno o más contrapozos a partir del nivel de preparación hasta el nivel superior, cuya función será la de ventilación, camino de acceso y tepetateros del material de relleno que proviene de fuera del rebaje, ya sea de rezaga de los desarrollos y/o de lugares designados para ello. Una vez concluidas las obras de preparación, se inician los trabajos de explotación propiamente dichos, para lo cual se harán cortes ascendentes a todo lo largo y ancho del rebaje, iniciando a partir de los contrapozos extremos o intermedios. Si se requiere que alguno de los contrapozos colados de nivel a nivel permanezca abierto durante todo el tiempo de la explotación del rebaje, se deberá proteger aquel dejando pilares de costilla en toda su extensión; en caso contrario, el contrapozo (usualmente empleado como ventilación) se irá perdiendo en su porción inferior, conforme ascienden los cortes de cabeza, la extracción se procede a efectuar cuando se termina el primer corte, una vez vacío se pasa a la siguiente etapa que es el relleno, esta maniobra se efectúa a través de los contrapozos que previamente se colaron cerca del rebaje, rellenado una vez más se inicia el siguiente corte y así sucesivamente.

c). Tumbes por subniveles. Este método se aplica a la explotación de vetas (anchas y angostas) con buzamiento muy pronunciado, el espesor del depósito puede ser variable, pero la ley del mineral debe ser bastante uniforme, dado que la mecánica de explotación no permite la selectividad del mineral. El material rocoso del alto y del bajo, así como el propio mineral debe ser relativamente competente; esto es, del tipo de material mecánicamente equivalente a aquel aplicable a los métodos de rebajes abiertos. En el método de tumbes por subniveles el mineral es tumbado a partir de los subniveles (colados previamente como obras de preparación), realizando cortes de piso en forma de banco de subnivel a subnivel, el mineral deberá caer o rodar por gravedad hasta los cruceros de extracción colados estratégicamente a la altura del nivel, el ancho o claro del rebaje estará limitado por la potencia o ancho de la veta, el rezagado se realiza en el nivel inferior por los cruceros de extracción, depositándolos en stocks de mineral.

d). Hundimiento de bloques. Este método de minado se aplica a depósitos minerales masivos y diseminados, de grandes dimensiones horizontales y estructuralmente débiles. El material mineralizado y el encape deben estar formados por rocas incompetentes que hundan libremente después de iniciados los trabajos de explotación, la preparación inicia con los cruceros que se dan a nivel para irlos cortando de bajo a alto (cruceros de 8 a 12 m), una vez atravesada la estructura se dejan ahí para que empiece su hundimiento, esto va complementado con el desarrollo de una rampa ascendente al bajo, que servirá para desarrollar otros cruceros y por las vibraciones de las voladuras sigan provocando caídos dentro de los cruceros ya colados, este método es un proceso de bajo costo y alta productividad, pero no selectivo, por lo que es apoyado por el monitoreo a base de muestreos a rezagas en los cruceros, el rezagado se efectúa con Scoop Trams de 3.5 yd³ a metaleras diseñadas cerca de los rebajes, la variante que se aplica en algún lugar de la zona y de acuerdo a la estabilidad del terreno, es abrir una parte del rebaje con una ranura longitudinal para que esto también provoque debilitamiento y por acción gravimétrica a las rocas, colapsen y provoquen hundimiento.

2.2.3.4 Desarrollo de las obras mineras

2.2.3.4.1 Bocamina o socavón

Obra minera principal dentro de la estructura permanente (veta), que en nuestro caso será de dimensiones de 2.5 m x 2.5 m, por las características de la estructura mineralizada. Esta obra nos permitirá tener un acceso permanente al interior de la mina para diferentes actividades, principalmente acceso de personal, equipo, insumos, acarreo de mineral, ventilación, entre otros.

2.2.3.4.2 Cruceros

Desarrollo minero que se realiza para explorar principalmente al alto y al bajo de la veta, sus dimensiones pueden variar, pero comúnmente se realizan con la misma sección frontal de los niveles principales, también se utilizan para la preparación de rebajes a explotar. Las dimensiones pueden ser variables dependiendo del ancho de las vetas a explotar.

2.2.3.4.3 Frentes

Obras mineras que se desarrollan a rumbo de la estructura mineralizada, utilizada más comúnmente para la preparación de los futuros rebajes. Tiende en estructuras angostas y no llevar una sección frontal que sobrepase las dimensiones de la estructura para evitar la dilución.

2.2.3.4.4 Rampas

El propósito de este tipo de obras es el de comunicar dos obras con diferente elevación, se utiliza principalmente para preparación de rebajes para acceso de personal, insumos, equipo, etc., su pendiente se recomienda no debe ser superior del 12 %.

2.2.3.4.5 Pozos y contrapozos

La utilización de estas obras es para exploración principalmente, delimitando con ellas estructuras minerales, permitiendo bloquear reservas. Posteriormente se aprovechan para la preparación de rebajes a explotar y canalizar por estos el mineral, tepetate, instalar tuberías y caminos, también se utilizan para establecer circuitos de ventilación.

2.2.3.4.6 Rebajes

Obra minera que para su preparación incluye varias obras de las ya mencionadas, como son los niveles inferior y superior para delimitarlo verticalmente, un subnivel para iniciar un primer corte de mineral, una serie de contrapozos para utilizarlos como camino, ventilación, metalera y tepetatera en su caso. Una vez conseguidas todas estas preparaciones se podrá considerar como un rebaje destinado a producir un tonelaje constante que nos asegure el programa de explotación.

2.2.3.5 Programa anual de obras mineras

El programa anual fue desarrollado considerando los estudios de exploración disponibles para las vetas existentes en los lotes mineros concesionados.

Cuadro 2-10. Programa anual de obras mineras

Obra	Cantidad	Dimensiones (m)	Desarrollo (Unidad)	
Mina Las Vacas				
Nivel 1				
Rampa Las Vacas m= -13%	1	3.3 X 3.0	374	ML*
Frente SW m= +1%	1	2.5 X 2.5	50	ML
Cruceros varios m=+1%	6	2.5 X 2.5	60	ML
Contrapozo de ventilación y servicios	1	1.5 X 1.5	33	ML
TOTAL			517	ML
Mina La Palma				
Nivel 1				
Rampa La Palma m= -12%	1	3.3 X 3.0	333	ML
Frente W m= +1%	1	2.5 X 2.5	67	ML
Cruceros varios m= +1%	6	2.5 X 2.5	66	ML
Contrapozo de ventilación y servicios	3	1.5 X 1.5	87	ML
TOTAL			553	ML
Mina El Búho				
Nivel 1				

Obra	Cantidad	Dimensiones (m)	Desarrollo (Unidad)	
Rampa El Búho m= -12%	1	3.3 X 3.0	224	ML
Rampa Virginia m= -12%	1	3.3 X 3.0	56	ML
Cruceros varios m= +1%	5	2.5 X 2.5	38	ML
Contrapozo de ventilación y servicios	1	1.5 X 1.5	55	ML
TOTAL			373	ML
Total de desarrollo			1 443	ML*

2.2.3.6 Polvorines

Se cuenta con 2 polvorines superficiales con las siguientes medidas interiores: el primero con 4 m de largo, 2 m de ancho, el segundo con 2 m de largo, 2 metros de ancho; ambos con 2 a 2.5 m de alto por el declive que presenta el techo. El material de construcción es de mampostería, piso de cemento cubierto con tarimas de madera, castillos de concreto armado, muros de bloque, techo de concreto con teja, su ventilación es por medio natural, cuenta con puerta de madera reforzada, asegurada con chapa y candado de seguridad, estos polvorines cuentan con una capacidad de almacenamiento de 500 Kg de alto explosivo y 3,500 Kg de agente explosivo.

La localización de los polvorines se presenta en los planos anexos.

2.2.3.7 Construcción de obras asociadas y/o provisionales

Para la operación de las actividades a desarrollar no se requiere de la construcción de obras asociadas como, almacenes, talleres, campamentos, planta de beneficio, presa de jales, etc.

2.2.4 Etapa de mantenimiento

2.2.4.1 Servicio que proporcionan las instalaciones

El servicio que proporcionará las instalaciones será principalmente para el minado del mineral con ley, permitiendo el acceso a las vetas identificadas para su explotación. Además, los patios de maniobras y servicios serán utilizados para albergar los metales explotados del interior de las minas, así mismo para su cargue en camiones tipo volteo que lo transportarán hasta el lugar de su beneficio.

El servicio que proporcionará las minas es para la explotación y extracción de mineral por medio de barrenación, voladuras, cargadores frontales y camiones para el desarrollo de niveles, subniveles, rampas, contrapozos y rebajes tal y como se describió a detalle en los puntos anteriores. Es necesario que para la operación de los trabajos interior mina se lleven todas las medidas de seguridad de los trabajadores. Para tal efecto, se implementará un programa de seguridad y mantenimiento de las instalaciones subterráneas.

2.2.4.2 Sistema de mantenimiento del equipo de mina

El sistema de mantenimiento que va a realizarse a los equipos de mina va a ser del tipo preventivo y correctivo, el cual comprende cambios de aceites, filtros, reparaciones mecánicas y eléctricas menores para los equipos de perforación y maquinaria. Por las condiciones de trabajo que tendrá, los mantenimientos preventivos se harán cada 200 hr de trabajo, y de acuerdo al uso que tendrán los equipos se le estará dando como mínimo un mantenimiento mensual, en el caso de reparaciones mayores de equipo o maquinaria serán enviados a la ciudad de Durango, Dgo.

El programa de mantenimiento preventivo se presenta en de la manera siguiente.

Cuadro 2-11. Mantenimiento preventivo del equipo de la mina

EQUIPO	MANTENIMIENTO ANUAL											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cargadores frontales tipo SCOOPTRAM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compresores 380 CFM y 600 CFM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Camiones de carga de bajo perfil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Máquina de pierna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jumbo electrohídrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Además se tendrá un programa anual de mantenimiento de los caminos de acceso a las bocaminas, siendo este antes del inicio de la temporada de lluvias, así mismo los señalamientos de prevención y restricción al interior de la mina serán cambiados cada año o en su caso conforme se avance en los trabajos de explotación de las minas subterráneas.

2.2.4.3 Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.

Los sistemas y equipos empleados en la explotación de los minerales de las vetas subterráneas, estos serán movilizadas al exterior de las minas para su desmantelamiento los cuales también serán enviados a la ciudad de Durango para su corrección y reparación.

Por lo tanto, no será necesario establecer un taller en el área cercana a la bocamina para reparar cualquier equipo o sistema. En caso de cambios de aceite estos se realizarán en los talleres del poblado San Lucas de Ocampo donde se cuenta con planchas de concreto en los pisos para recolectar algún tipo de derrame de aceites.

Además, se tendrá un programa anual de mantenimiento de los caminos de acceso a las bocaminas, siendo este antes del inicio de la temporada de lluvias, así mismo los señalamientos de prevención y restricción al interior de la mina serán cambiados cada año o en su caso conforme se avance en los trabajos de explotación de las minas subterráneas.

2.2.4.4 Tecnologías que se utilizarán para de emisiones y residuos líquidos, sólidos o gaseosos

Los residuos generados serán los polvos y humos de la maquinaria utilizada para el transporte del mineral a la metalera, así como la maquinaria utilizada en el corte de los frentes metaleros a tajo (compresor y Scoop-Tream). Para el control de estos residuos no se aplicará ninguna tecnología pues estos serán regulados de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas para cada caso.

Emisiones a la atmósfera. Los humos generados por los vehículos durante esta etapa no son cuantificables, pero se mantendrán en los niveles óptimos con el mantenimiento preventivo de la fuente de generación (motores).

Descargas de agua residuales. Las aguas residuales resultantes del lavado de utensilios y aseo de los trabajadores, son mínimas y se generan en el campamento donde se hospeden, no se prevé su generación en los frentes de trabajo.

Residuos sólidos que puedan ser generados. Aunque se restrinja al personal 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 adecuados para trasladarlos a los centros de acopio.

Emisiones de ruido. Los ruidos ocasionados por los vehículos, máquinas y herramientas de trabajo son difícil de cuantificar y pronosticar antes de que ocurra la etapa, sin embargo, mediante el mantenimiento preventivo de éstos se podrá predecir mantenerlos a los niveles que marcan las NOM en la materia.

2.2.4.5 **Control de malezas o fauna nociva**

La rehabilitación de los caminos de acceso tendrá que mantenerse sin árboles y matorrales que se encuentren obstruyendo las vías de acceso. Esta actividad se realizará manual y **no se considera el control de malezas ni de fauna silvestre** con fuego o sustancias tóxicas.

2.2.4.6 **Detalles de las actividades de mantenimiento**

El sistema de mantenimiento que va a realizarse a los equipos de mina va a ser del tipo preventivo y correctivo, el cual comprende cambios de aceites, filtros, reparaciones mecánicas y eléctricas menores para los equipos de perforación y maquinaria. Por las condiciones de trabajo que tendrá la mina los mantenimientos preventivos se harán cada 200 hr de trabajo, y de acuerdo al uso que tendrán los equipos se le estará dando como mínimo un mantenimiento mensual, en el caso de reparaciones mayores de equipo o maquinaria serán enviados a la ciudad de Durango, Dgo.

2.2.4.6.1 **Tipos de mantenimiento**

Mantenimiento preventivo. Tiene como objetivo evitar las interrupciones de producción de mineral, mejorando su producción y continuidad en su operación y es consecuencia de las inspecciones programadas.

Mantenimiento correctivo. Es el que se realiza en condiciones de emergencia, o de las actividades o fallas que queden fuera del control del mantenimiento preventivo. Busca contar con los recursos suficientes (humanos y materiales, principalmente) a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de situaciones no son deseables, ya que afectan los índices de disponibilidad de fluido eléctrico de la línea de producción.

Mantenimiento predictivo. Tiene la finalidad de “combinar” las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores para lograr el mismo tiempo de operación, eliminando el trabajo innecesario. Este mantenimiento exige mejores técnicas de inspección y medición para contar con un control más riguroso de las condiciones de la línea que permita la planeación adecuada de las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

2.2.4.6.2 **Descripción de las obras asociadas**

En todas las etapas no se **necesitará de la construcción de obras asociadas**, ya que se aprovechará la infraestructura disponible en el poblado de San Lucas de Ocampo, donde se ubicarán los albergues, talleres, servicios primarios, almacenes, etc., lo cual vendrá a minimizar o reducir los impactos negativos al ambiente.

Por otra parte, no será necesaria la construcción de caminos de acceso ya que se utilizarán los caminos existentes, mismos que son suficientes y los cuales solo necesitan de rehabilitación y se utilizarán para el traslado de materiales e insumos durante todo el año, así como para la extracción de los minerales.

2.2.5 **Etapas de abandono del sitio**

Una vez terminada la vida útil de los socavones estos se clausurarán para evitar accidentes, el área que ocuparan los patios de maniobras se realizará el siguiente programa de abandono.

2.2.5.1 **Vida útil estimada**

La vida útil del programa de aprovechamiento del mineral fue estimada a **25 años**, considerando las reservas actuales de los minerales de ley a explotar en las minas subterráneas y el tiempo estimado para el minado con la infraestructura propuesta (para una producción nominal de 200 toneladas por mes). Sin embargo, existen muchas variables involucradas que determinan la duración o cierre definitivo de un proyecto minero, entre las cuales destacan principalmente la presencia y/o ausencia de minerales de ley en los yacimientos concesionados, los costos para su explotación, la cotización de los minerales preciosos en el mercado internacional, conflictos locales por el uso de suelo, etc. Por lo anterior se estimó que dentro de los próximos 25 años después de concluida la etapa de construcción –

operación será suficiente para lograr una estabilidad del sitio con la topografía local que asegura que se habrá estabilizado el grado de erosión por la presencia de la vegetación.

2.2.5.2 Destino de las áreas ocupadas

Una vez concluida la vida útil, el destino que se le dará a la superficie que ocupará los patios de maniobras y metaleras será para el **uso forestal** con especies de la región, que sea hábitat para albergar especies típicas del matorral crasicaule, es decir, tendrá el uso de suelo original (antes de ser ocupado por la infraestructura).

2.2.5.3 Objetivos del programa

A partir de la evaluación de los impactos ambientales adversos provocados por el desarrollo de las actividades mineras propuestas, se identificaron y analizaron las medidas de control necesaria para prevenir, mitigar y restaurar los daños que pueden presentarse en la etapa de **abandono del sitio**. En este apartado se propone un conjunto de medidas y acciones que aportan los elementos de control y seguimiento necesarios para garantizar la compatibilidad del sitio e infraestructura con medio ambiente una vez concluida la vida útil.

En un contexto general, los objetivos del programa de abandono del sitio son:

- a) Prevenir la ocurrencia de los impactos identificados como adversos y evitar o mitigar el posible deterioro ambiental que podría resultar como consecuencia de las actividades de abandono del sitio.
- b) Atenuar los efectos negativos para el caso de que no hubiese medidas preventivas o éstas fueran inviables técnica o económicamente.
- c) Promover condiciones que favorezcan la continuidad de los procesos naturales en el contexto ambiental regional en que se localiza las minas subterráneas.
- d) Favorecer la integración armónica del sitio en el desarrollo de la región, atendiendo a los principios de la sustentabilidad ambiental, social y económica.

2.2.5.4 Actividades de rehabilitación, compensación y restitución

Para lograr la integración de las áreas ocupadas por la infraestructura se tendrá un programa de actividades tendientes a la rehabilitación, compensación y restitución como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-12 Programa de actividades durante el abandono del sitio

No.	Actividad	Componente a proteger	Período de ejecución	Meta
1	Retiro de la infraestructura de la construcción - operación	Fauna	Anual	1
2	Programa de reforestación de los patios de maniobras	Flora	Anual	1,220 m ²
3	Mantenimiento de la reforestación	Agua	Anual	Varios
4	Programa de control de azolves	Agua	Anual	Adim
5	Mantenimiento al programa de control de azolves	Flora y aire	Permanente	Adim
6	Limpieza y desazolve de las galerías de desagüe y canales de protección	Paisaje	Permanente	Adim
7	Realizar campañas de prevención de incendios forestales	Flora y fauna	Anual	1
8	Colocar letreros alusivos de protección de la fauna silvestre, así como la prohibición de la cacería ilegal	Suelo y agua	Anual	1
9	Monitoreo	Agua	Anual	1 informe

2.2.5.5 Descripción de los posibles cambios como consecuencia del abandono de los trabajos de la etapa de construcción

Es importante considerar dos momentos relacionados al abandono del sitio; el primero, relacionado a los trabajos que tendrán que realizarse una vez concluida la etapa de construcción; y el segundo cuando ocurra el abandono definitivo de la obra, una vez concluida su vida útil.

Los cambios que se tendrán como consecuencia al terminó de la etapa de construcción y considerando que se realizará un “abandono” del sitio, pueden pronosticarse de la siguiente manera:

- Deslave y pérdida de suelo lo que provoca sedimentos.
- Inicia la erosión más allá de la superficie ocupada por la infraestructura.
- Pérdida de cobertura vegetal por los efectos de la erosión (pérdida de fertilidad).
- Pérdida de algunos hábitats de la fauna menor (roedores principalmente).
- Para los impactos ambientales identificados se establecen las medidas de prevención y mitigación más adecuadas, las cuales se abordarán a detalle en el capítulo subsecuentes.

2.2.5.6 Abandono de las actividades consideradas en la etapa de construcción

Una vez concluidas las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, se deberá realizar un recorrido por la zona, de tal manera que se pueda identificar la presencia de desechos sólidos o cualquier otra índole que pudiese afectar el medio ambiente o su entorno y, una vez identificados estos desechos serán retirados a un confinamiento *exprofeso* sobre todo para algunos materiales como vidrios y/o elementos como botes de aceites y grasas, metales y plásticos.

Todos los residuos sólidos que se encuentren, se cargarán a un camión de volteo para llevarlos a un lugar seguro ya sea para su reciclado o para su confinamiento de acuerdo a como se consideren las características de dichos residuos.

2.2.5.7 Impactos ambientales como consecuencia del abandono del sitio (definitivo)

Cómo se mencionó anteriormente, se tiene programado el **abandono definitivo al terminar la vida útil**, en el momento de llevar a cabo esta etapa, toda la infraestructura deberá ser retirada del sitio, y los impactos ambientales para los diferentes componentes del ambiente que pueden ser identificados son los siguientes:

Aire

- Emisión de ruido (maquinaria de demolición)
- Emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera (maquinaria de demolición)
- Emisión de polvos y humos al dejar descubierto el suelo natural

Agua

- Modificación del escurrimiento superficial que alimenta corrientes permanentes o intermitentes de agua
- Depósito de sedimentos en corrientes superficiales debido a procesos erosivos en sus áreas de captación

Suelo

- Compactación del suelo
- Erosión eólica e hídrica del suelo
- Deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo

Fauna

- Perturbación de procesos biológicos, migración, reproducción
- Pérdida de hábitat

- Aumento en el riesgo de muertes por cacería

Flora

- Pérdida de diversidad y abundancia de la vegetación
- Fragmentación de ecosistemas
- Disminución en la capacidad de regeneración de la vegetación

2.2.5.8 Actividades de restauración (abandono final)

Una vez concluido el desmantelamiento se realizarán actividades de restauración encaminadas a proteger los suelos desnudos:

a). **Programa de restauración.** Los beneficios esperados con este programa serán:

- Incrementar la cubierta vegetal
- Favorecer la diversidad de especies de flora y fauna
- Evitar el azolve de cuerpos de agua y reducir la velocidad de los escurrimientos para favorecer la infiltración
- Evitar la pérdida del suelo y permitir el establecimiento de la vegetación

2.2.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y emisiones a la atmósfera

La generación de residuos sólidos, líquidos, así como las emisiones a la atmósfera, estará determinada en función de la presencia o ausencia de trabajadores en las diferentes etapas; identificándose una mayor presencia de personal durante las etapas de preparación del sitio y construcción, siendo eventual la presencia humana durante la etapa de operación y mantenimiento. La infraestructura para la disposición final de los residuos, no se encuentra presente en la región, por lo que los residuos generados serán trasladados hasta la ciudad de **Durango**, donde se cuenta con la infraestructura suficiente y necesaria para su tratamiento y confinamiento final. A continuación, se indican los residuos que se pronostica serán generados en las diferentes etapas:

Residuos sólidos

Los residuos sólidos que se considera se generarán son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. En la etapa de preparación del sitio y construcción se tendrá mayor concentración de personas y por lo tanto será mayor la generación de estos residuos. El cálculo de los residuos sólidos generados está basado en la concentración de los trabajadores para estas dos etapas, los cuales podrán generar hasta 0.50 kg de basura por día por persona. El volumen estimado se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-13. Residuos sólidos domésticos generados

Tipo de residuo	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			Total
	Cantidad generada ¹ (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes ²)	Total, anual ³ (ton)	Cantidad generada ¹ (kg/día/trabajador)	Cantidad generada (kg/mes ²)	Total anual ⁴ (ton)	
Residuos de comida húmedos	0.15	81	1.89	0.15	117	4.10	5.99
Papel	0.05	27	0.63	0.05	39	1.37	2.00
Cartón	0.05	27	0.63	0.05	39	1.37	2.00
Plásticos (varios)	0.10	54	1.26	0.10	78	2.73	3.99
Vidrio	0.10	54	1.26	0.10	78	2.73	3.99
Otros	0.05	27	0.63	0.05	39	1.37	2.00
Total	0.50	270	6.30	0.5	390	13.65	19.95

¹]Fuente: Bitácoras de entrega recepción de los residuos sólidos de la empresa al relleno sanitario del municipio de San Juan de Río, Dgo.

²]Mes =30 días y considerando 15 trabajadores (promedio de trabajadores)

³]Año =350 días

⁴]Mes =30 días y considerando 26 trabajadores (promedio de trabajadores)

Residuos líquidos

En las etapas de preparación del sitio y construcción, serán generados pocos líquidos residuales de origen doméstico (aguas residuales). La principal fuente de líquidos no peligrosos proviene del agua que es utilizada las letrinas portátiles (3 litro/día-humano aproximadamente) y la requerida para la higiene personal. Respecto al agua de limpieza e higiene personal se anticipa que aun cuando el volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), en la zona y en general la región no cuenta con plantas para tratar las aguas residuales. Sin embargo, la mayor parte de estos residuos serán generados en las localidades donde se hospeden los trabajadores y éstos serán depositados en los sistemas de drenaje de uso común de los pobladores. No se prevé generar aguas residuales en los frentes de la obra ya que el contratista deberá instalar sanitarios portátiles que impidan que estos desechos entren directamente al medio ambiente y sin algún tratamiento.

Residuos peligrosos

En la etapa de construcción - operación se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos debido al desgaste y mantenimiento de la maquinaria utilizada. La recolección principalmente será en el almacén habilitado para este fin en el poblado de San Lucas de Ocampo y en ocasiones especiales será directamente en el sitio donde se encuentra la maquinaria (cambio de refracciones y mantenimiento menor). El manejo y disposición será a través de contenedores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados al almacén hasta el momento de su transporte a la Ciudad de Durango para su confinamiento final. La cantidad para cada tipo de residuo fue estimada considerando la maquinaria que se utilizará en esta etapa y se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2-14 Residuos peligrosos generados en la etapa de construcción - mantenimiento

Descripción del residuo	Código de peligrosidad						Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I	B		
Aceites gastados (lubricantes)				X	X		250	Litros
Aceites gastados (hidráulicos)				X	X		100	Litros
Acumuladores usados	X			X			5	Unidades
Materiales solidos impregnados con hidrocarburos:								
Filtros de aceite, trapos y estopas				X	X		20	Kg
Hules, mangueras, tapas, plásticos y cubetas				X	X		40	Kg
Envases vacíos de anticongelante y aceite de frenos	X			X	X		30	Kg
Cartón, papel, bolsas, polietileno				X	X		50	Kg
Lodos aceitosos				X	X		60	Kg
Contenedores metálicos vacíos impregnados con hidrocarburos				X	X		150	Kg

Emisiones a la atmósfera

El uso de maquinaria, equipo y vehículos que utilizan combustibles fósiles provoca también emisiones a la atmósfera provenientes de la combustión interna de los automotores; éstas son poco representativas ya que se considera una rápida dispersión e integración a las zonas con vegetación en el área de influencia ambiental. Por lo tanto, como una medida de protección al ambiente, se contará con un programa de mantenimiento preventivo mensual registrando en una bitácora todos los servicios realizados a las fuentes emisoras.

Los caminos de acceso a las bocaminas o socavones generarán polvo el cual será minimizado con el rocío y humedecimiento del cuerpo carretero de una a dos veces por día mediante un camión cisterna de 5 mil litros de agua.

En la etapa de construcción se generarán emisiones a la atmósfera, producidas por los equipos y vehículos automotores. La composición de los contaminantes: Monóxido de Carbono, Hidrocarburos, Óxido de Nitrógeno, serán evaluados en el apartado de la evaluación ambiental de manera que se establecerán diversas medidas de prevención para reducir las emisiones a la atmosfera.

Emisiones de ruido

Los vehículos que circulen por el sitio, deberán ajustarse a la normatividad vigente, los niveles sonoros emitidos por los equipos utilizados en las obras serán reducidos a niveles aceptables en las Normas Oficiales mediante las afinaciones y reparaciones de tipo preventivo. la principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en el minado y transporte del mineral, se contempla la relación de áreas y niveles de ruido como se muestra en el cuadro siguiente, los datos son para una jornada de trabajo de 8 horas de exposición por persona, con protección auditiva.

Cuadro 2-15 Relación de áreas y ruidos

AREA	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Minado	85	17.7	67.3
Transporte	88	14.0	74.0
Compresores	85	6.0	79.0

En general todos los equipos cuentan con silenciadores para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación. La maquinaria pesada produce un nivel sonoro máximo de 85 Db, para reducir este es necesario aplicar los mantenimientos necesarios, así como el uso de silenciadores. Por su parte el equipo de transporte en general genera un nivel máximo de 60 Db, siendo necesario aplicar los mantenimientos preventivos y uso de silenciadores.

a) Fuentes principales emisoras de ruido.

Las principales fuentes emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camionetas tipo Pick Up. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Compresores. Operan en turnos de 8 a 10 horas, los obreros cuentan con equipo de protección auditiva.
- Minado de las vetas. Operan en turnos de 8 horas y, los obreros cuentan con equipo de protección auditiva.

Finalmente es necesario mencionar que el minado del mineral es subterráneo y, por tanto, los impactos por la generación de ruido a la población local serán nulos.

2.2.7 Utilización de explosivos

Para el minado y construcción de las obras mineras (sistemas de explotación) se utilizan explosivos en mayor o menor cantidad, para la remoción de las rocas y/o el mineral en las vetas subterráneas. En este caso para extraer el mineral y hacer las obras que permitirán la preparación de la mina, se darán barrenos de 1 1/2" de diámetro, en los cuales se colocarán los explosivos.

Para reducir las vibraciones al mínimo se utilizarán los sistemas de retardo NONEL, este sistema es el más moderno que existe en el mercado de explosivos para reducir las vibraciones y el ruido, este sistema permite detonar cada barreno y evita la acumulación de vibraciones y ruido generados por las voladuras.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de minado será subterráneo y para ello será necesario utilizar explosivos mediante una perforadora (Track Drill) para hacer perforaciones de 3 1/2 o 4 pulgadas de diámetro y 6 metros de profundidad, que se llenarán de explosivos de baja densidad (mexamón o similar).

Se cuenta con 2 polvorines superficiales con las siguientes medidas interiores: el primero con 4 m de largo, 2 m de ancho, el segundo con 2 m de largo, 2 metros de ancho; ambos con 2 a 2.5 m de alto por el declive que presenta el techo. El material de construcción es de cimientos de mampostería, piso de cemento cubierto con tarimas de madera, castillos de concreto armado, muros de bloque, techo de concreto con teja, su ventilación es por medio natural, cuenta

con puerta de madera reforzada, asegurada con chapa y candado de seguridad, estos polvorines cuentan con una capacidad de almacenamiento de 500 Kg de alto explosivo y 3,500 Kg de agente explosivo.

2.2.8 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

2.2.8.1 Manejo de los residuos sólidos urbanos

Se establecerán almacenes temporales y estarán ubicados en el campamento localizado en las afueras de San Lucas de Ocampo. No se afectará vegetación para la construcción y/o acondicionamiento de estas obras para la recolección y almacenamiento los residuos sólidos urbanos, donde se almacenará semanalmente la basura inorgánica para luego ser transportada hasta el relleno sanitario de la ciudad de **Durango**, para su tratamiento y confinamiento final. Se utilizará el sistema de separación de los residuos orgánicos e inorgánicos.

2.2.8.2 Manejo de los residuos peligrosos

Todos los residuos peligrosos que se generen en el sitio serán recolectados en recipientes adecuados, para posteriormente ser transportados hasta la ciudad de **Durango**. Se llevará una bitácora para el control de la generación y entrega de este tipo de residuos por las empresas debidamente autorizadas para su transporte. Se acondicionará un almacén temporal en el poblado San Lucas de Ocampo.

2.2.8.3 Aguas residuales

La mayor parte de estos residuos serán generados en el campamento de los obreros, lugar donde se alojará el personal que trabajará en esta obra donde existen fosas para el tratamiento de las aguas residuales.

El servicio sanitario para el personal que labora en el campamento ya establecidos y el tratamiento de las aguas negras que se generan, éstas son enviadas a fosas sépticas que tienen instalado un sistema de tratamiento llamado BIO-REACTOR ANAEROBIO INTEGRADO. El tratamiento consiste en permitir que la materia orgánica inestable se descomponga rápidamente a través de la acción bacteriológica y química. El proceso inicia siendo aeróbico de descomposición que acaba rápidamente con el oxígeno contenido en la cámara y el agua de arrastre, posteriormente las bacterias anaeróbicas inician el ciclo de putrefacción, los componentes orgánicos se disgregan en elementos simples (minerales) y se forman gases como amoníaco, bióxido de carbono, metano, etc. Los minerales se sedimentan y algunos quedan en suspensión.

No se prevé generar aguas residuales en los frentes de la obra ya que el contratista deberá instalar sanitarios portátiles que impidan que entren estos desechos directamente al medio ambiente y sin algún tratamiento.

2.2.9 Otras fuentes de daños

En las condiciones bajo las cuales se realizó la ingeniería y diseño de las obras no se tiene visualizado otra fuente de daños por contaminación térmica, radiactiva, o lumínica al ambiente. Puesto que no se utilizarán equipos, herramientas y/o aparatos que pudieran causar esos tipos de contaminación.

Los posibles accidentes contemplados son: explosión de los polvorines, al respecto estos se localizan fuera del área de impacto de los trabajadores de la mina, así como de la población en general (más de 500 metros de distancia). Los polvorines están contruidos de concreto reforzado estableciendo candados en las puertas de acceso, además cuenta con una barda perimetral también que restringe su acceso tanto al personal no autorizado como cualquier animal o fauna silvestre local.

3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

La obra propuesta es congruente con el [Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024](#), que permitirá el desarrollo y expansión de la infraestructura básica para mejorar las condiciones de vida de los mexicanos, la promoción y desarrollo de actividades productivas, la modernización y fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

De acuerdo con los objetivos del [Programa Forestal y de Suelos y al Plan Estatal de Desarrollo](#) para el Estado de Durango, en lo referente, creación de la infraestructura para el desarrollo e integración territorial, se señala que el progreso de los pueblos requiere de la modernización de la infraestructura para el usufructo sustentable de los recursos naturales a través de la creación de fuentes de empleos para promover el desarrollo económico y social de la nación.

En lo referente a las áreas naturales protegidas establecidas en el estado de Durango, las actividades propuestas no interfieren en sus planes y políticas de manejo. Asimismo, basándose en los recorridos realizados en la zona no se observaron zonas arqueológicas reconocidas que pudiesen ser afectadas. Por su parte, respecto a la regulación sobre el uso del suelo, se realizaron las consultas en los planes de ordenamiento ecológico municipal y estatal donde no se restringe realizar la obra propuesta.

Por lo que respecta al ámbito estatal en su [Plan Estatal de Desarrollo](#), la creación de infraestructura (vías de comunicación y servicios de salud, agua potable, etc.) y **fuentes de empleo** en las comunidades alejadas de los centros de población es una prioridad para abatir el grado de marginación en las zonas rurales.

En este sentido para la selección del sitio e infraestructura a construir se analizaron los siguientes instrumentos normativos:

3.1 Plan de desarrollo nacional

El desarrollo sustentable debe regir todas las actividades de la Administración Pública Federal, por lo que los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales dentro del territorio nacional.

Las actividades propuestas son congruentes con el [Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024](#), que permitirá el desarrollo regional de las zonas rurales, integrando los sectores de la **silvicultura, agrícola, forestal y minería** en la promoción y desarrollo de actividades productivas, el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable a través de la creación de fuentes de empleo, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

Los objetivos que directamente se vinculan con el plan de desarrollo nacional son:

- “Conducir responsablemente la marcha del país”, así como “elevar y extender la competitividad”, “promover el desarrollo regional equilibrado” y “crear condiciones para un desarrollo sustentable”. **En este sentido las obras mineras a desarrollar fomentan la inversión local con la creación de fuentes de empleo y contribuye al desarrollo regional mejorando la calidad de vida de los habitantes.**
- Las economías de integración, la capacidad de los recursos humanos, el desarrollo de las tecnologías **para el campo** y los niveles adecuados de infraestructura, así como la ubicación geoestratégica y otros aspectos como la normatividad existente y la estabilidad política y social de una ciudad, región o país, son cada vez más valorados como los factores centrales que definen la competitividad de un país, por tanto, al estar en operación la obra permitirá el arraigo de los habitantes beneficiados a través del desarrollo de sus actividades productivas (locales).

3.2 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.

Asimismo, se considera que el 80% de la superficie estatal es susceptible de contener yacimientos minerales, y de ésta, únicamente el 20% ha sido explorado. Gracias a la seguridad jurídica emanada de la nueva regulación minera, el interés por la minería tanto de nacionales como de empresas del exterior, ha aumentado considerablemente.

Actualmente, las empresas de la pequeña y mediana minería metálica enfrentan serios obstáculos, por lo complejo y caro que resulta cumplir con la normatividad de la Ley Minera, las fuertes inversiones que se requieren para la exploración y explotación de los recursos y el desconocimiento de los procesos tecnológicos requeridos para ello.

En contrapartida, la minería no metálica ofrece mejores condiciones de participación, ya que permite el usufructo directo por parte de los productores, presentando un proceso productivo más sencillo y la necesidad de inversiones menos cuantiosas.

En este contexto, la **Secretaría de Economía** ha venido apoyando de manera coordinada, los programas relacionados con el sector minero, reconociendo que se trata de una actividad económica que representa una alternativa viable de creación de empleos e ingresos en sectores pobres, que los convierte en participantes activos del desarrollo económico de las diversas regiones del Estado.

Dentro de los objetivos del programa estatal que se vinculan directamente con las obras y actividades destacan los siguientes:

- La actividad minera, como generadora de empleos y salarios, está íntimamente relacionada con el crecimiento económico vigoroso y sustentable al que aspira la sociedad, los inversionistas y el gobierno estatal. Crecimiento económico que es condición esencial para sentar las bases de una justicia distributiva, que favorezca el desarrollo social armónico y democrático de todos los duranguenses.
- El logro de esta circunstancia será realmente posible, al conjugar el esfuerzo del Gobierno con la participación de las empresas, mediante acciones conjuntas enfocadas a una prosperidad para todos con más empleos y mejores ingresos, siendo los factores productivos que deberán aportar esfuerzos para lograr que la productividad permita mejorar la remuneración de quienes intervienen y la obtención de una rentabilidad justa a los inversionistas.
- Impulso a la minería como detonador del desarrollo regional. Fomentar la creación de empresas mineras, así como consolidar las existentes, impulsando su productividad y el aprovechamiento de los recursos minerales metálicos y no metálicos.

3.3 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales

Las obras y actividades propuestas son compatibles con las políticas y estrategias establecidas en el [Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el estado de Durango](#), donde se establece que la importancia de un verdadero desarrollo radica en la protección y la conservación del medio ambiente porque el cuidado del patrimonio natural es una responsabilidad compartida con la humanidad y, ante todo, un compromiso con la sociedad actual y futura. La correcta utilización de las riquezas naturales es en sí misma una vía de desarrollo gracias a las innumerables oportunidades productivas que se abren con el aprovechamiento sustentable de recursos renovables y no renovables, del patrimonio biológico, el ecoturismo y muchas otras actividades compatibles entre propósitos ambientales y sociales.

3.4 Programa de desarrollo municipal

El *Programa de Desarrollo Municipal* del municipio de **San Juan de Río** pretende crear las condiciones para impulsar las actividades productivas en las regiones rurales y, con ello fortalecer las relaciones comerciales y de servicios para sus habitantes a través del apoyo en la creación de la infraestructura básica (caminos, electricidad, servicios urbanos, educación, etc.) e impulso a las actividades productivas (agricultura, ganadería, minería, etc.). Así mismo, propiciar el desarrollo económico del municipio; administrar los recursos naturales renovables y no renovables existentes, con base en una adecuada y oportuna planeación; instrumentar y operar adecuadamente el desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos y privados de la sociedad.

El municipio de San Juan del Río no cuenta con un *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio* municipal, por tanto, la planeación del uso de suelo se realiza en base al plan de ordenamiento ecológico estatal [Fuente: http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#]

3.5 Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE]

El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente como: “*un instrumento técnico y legal que regula los usos del suelo, el manejo de los recursos naturales y las actividades humanas*”. Busca lograr un balance entre las actividades productivas y la protección de la naturaleza. Se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. De acuerdo con la LGEEPA el OE 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 de los análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismo*” (Título Primero, Artículo 3 Fracción XXIII). Por su parte, la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, en sus artículos 25, 26 y 27, establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales con el fin de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. En ellos se establece la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo.

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. El artículo 1, 2 y 3 de la LGEEPA definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento ecológico considerándolo de interés y utilidad pública y social. Por lo antes mencionado, la LGEEPA establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional para el desarrollo sustentable.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: General (país), Marino, Regional (1 o más de 2 estados) y Local (municipal).

Según la actualización del MOEE para **Durango** publicada en el Diario Oficial del estado el 08 de septiembre de 2016 presenta las características siguientes:

- Representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental (UGA), siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Debe entenderse como una herramienta para **orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.**

- Considera para la delimitación de las UGAs: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y iii) las aptitudes sectoriales**. Sin embargo, dados los objetivos del mismo, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

De acuerdo a la delimitación territorial del MOEE el Sistema Ambiental se encuentra en la UGA: **Lomerío con mesetas 11** con las características siguientes:

UGA: Lomerío con mesetas 11.

Política ambiental: Aprovechamiento.

Usos a promover: Conservación de la biodiversidad, explotación pecuaria bovina y minería.

Lineamiento ambiental: Los proyectos de actividad minera se realizan acorde a la permanencia de la vegetación natural identificada para la UGA.

Criterios de regulación ecológica: BIO01; GAN02; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08; URB11; URB12; URB13; URB14; URB15; URB16.

La vinculación de las actividades de acuerdo a los criterios de regulación para la UGA correspondiente, se detallan a continuación:

Cuadro 3-1. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	Se plantea la reforestación de 5 ha con especies nativas
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	No se contemplan actividades ganaderas
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 contemplan actividades ganaderas
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	No se contemplan actividades ganaderas
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).	No se contemplan actividades ganaderas
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	No se contemplan actividades ganaderas
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.	Se prevén actividades de mitigación de los impactos ambientales
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.	Se realizará el mantenimiento periódico a los vehículos
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.	Se realizará el mantenimiento periódico a los vehículos

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
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 por su toxicidad al ambiente.	Se manejarán los residuos de acuerdo con la normatividad vigente
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales	No se contemplan dichas actividades
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m ² /habitante.	No se contemplan dichas actividades
URB12	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos.	No se contemplan dichas actividades
URB13	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar preferentemente con vegetación nativa de la región, y considerando la biología y fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	No se contemplan dichas actividades
URB14	Se deberá de respetar la vegetación arbustiva y arbórea que existe en los cauces, márgenes y zona federal de los ríos y arroyos que existan dentro de las áreas urbanas y asentamientos humanos.	No se contemplan dichas actividades
URB15	Se deberá proteger, restaurar y mantener la infraestructura asociada a las corrientes de agua que circulan en los asentamientos urbanos, de acuerdo a las necesidades de la misma.	No se contemplan dichas actividades
URB16	En todos los asentamientos humanos deberán contarse con equipamiento e infraestructura adecuados a las condiciones topográficas y de accesibilidad a la zona para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados.	No se contemplan dichas actividades

En resumen, los criterios de regulación son de carácter preventivo más no limitativo y tienen una política de aprovechamiento de los recursos respecto a las actividades agrícolas y pecuarias. En la construcción y operación de la infraestructura minera no será necesario remover la vegetación, sin embargo, será necesario aplicar medidas de mitigación sobre el agua, suelo y biodiversidad.

En conclusión, las actividades y obras propuestas son compatibles con los criterios de regulación ecológica estatal, siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención, restauración y mitigación propuestas.

3.5.1 Leyes

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

Las obras y actividades, cumplirán con lo establecido en el artículo 28, *Fracción VII* de la LGEEPA, el cual menciona que para el aprovechamiento de los minerales reservados a la federación se requiere de la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental (Particular).

Del mismo modo, y dando cumplimiento con el **artículo 30** de la misma ley, esta manifestación contiene la descripción de los posibles efectos adversos y benéficos que se prevé ocasionar al sistema ambiental, 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 (LGDFS)

Por encontrarse el sitio en una zona con recursos forestales, las obras y actividades estarán supeditadas por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, dado que para su construcción y operación NO será necesario realizar un cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera como lo establecen sus artículos 58 Fracción I, 117 y 118.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

En la construcción y operación de las obras y actividades, se producirán residuos de diversas características, como: residuos vegetales, padecería de concreto, papel, cartón, vidrio, metal, colillas de soldadura, residuos de pintura,

material impregnado con grasas y aceites, etc. Por tanto, éstos serán almacenados temporalmente dentro de los almacenes considerados y, serán manejados por una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT; la empresa será la encargada de llevarlos a los sitios autorizados para su confinamiento y/o su posible reciclaje. Se dará cumplimiento a los artículos 18 y 20, para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar algunos de los factores enmarcados en el artículo 21, asimismo se cumplirá con los demás artículos relativos a esta ley.

3.5.2 Reglamentos

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su **Capítulo II**, Artículo 5º, inciso L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:

- f) Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;*

Por lo anterior expuesto las actividades consideradas se vinculan directamente a lo establecido al reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación al Impacto Ambiental por el desarrollo de obras mineras subterráneas para la explotación de las vetas de interés, así como la construcción de la infraestructura de apoyo.

Reglamento de la LGDFS

Específicamente las actividades mineras estarán vinculadas con el reglamento de la LGDFS en caso de que se requiera un Cambio de Uso de Suelo para establecer o desarrollar infraestructura en sitios que sustentan vegetación forestal y cumplir con el artículo 120 que a la letra dice:

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:

- g) Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;*
- II.** *Lugar y fecha;*
- III.** *Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y*
- IV.** *Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.*

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

Reglamento de la LGPGIR

La generación y gestión de residuos durante las actividades a desarrollar se vincula directamente con el reglamento de LGPGIR en la generación, manejo y disposición de residuos considerados como peligrosos (aceites, grasas, hidrocarburos, etc.).

3.5.3 Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM]

Cuadro 3-2. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables

NOM	Contenido	Cumplimiento
Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fija		
NOM-034-SEMARNAT-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria ya que con la implementación del proyecto se espera un incremento en las emisiones

NOM	Contenido	Cumplimiento
	y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.	de monóxido de carbono a consecuencia de un mayor flujo vehicular en la zona, que, aunque NO se considera de proporciones mayores si habrá un incremento sobre todo de maquinaria pesada propia para el minado y transporte de los minerales.
NOM-035-SEMARNAT-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	Esta norma es de observancia obligatoria ya que con la implementación del proyecto se espera un incremento en la concentración de las partículas suspendidas a consecuencia de la generación de polvos ocasionado por el aumento de vehículos y maquinaria en el sitio.
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.	Esta norma se vincula con el proyecto a razón de la utilización de camiones ligeros de tipo CL1 (Camiones ligeros cuyo peso bruto vehicular es de hasta 2,722 kg y un peso de prueba de hasta 1,701 Kg).y camiones ligeros de tipo CL2 (Camiones ligeros cuyo peso bruto vehicular es de hasta 2,722 kg y un peso de prueba de hasta 1,701 kg y hasta 2,608 Kg), según la nomenclatura utilizada en la presente Norma.
NOM-047-SEMARNAT-1999	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	Esta norma se vincula con el proyecto a razón de la utilización de camiones ligeros de tipo CL1 (Camiones ligeros cuyo peso bruto vehicular es de hasta 2,722 kg y un peso de prueba de hasta 1,701 kg), camiones ligeros de tipo CL2 (Camiones ligeros cuyo peso bruto vehicular es de hasta 2,722 kg y un peso de prueba de hasta 1,701 kg y hasta 2,608 kg), camiones ligeros CL3 (con peso vehicular de 2,722 kg hasta 3,856 kg y un peso de prueba de hasta 2,608 kg) y camiones ligeros tipo CL4 (con peso bruto vehicular mayor de 2,722 kg y hasta 6,856 kg y un peso de prueba mayor de 2,608 kg hasta 3,856 kg), según la nomenclatura utilizada en la presente Norma.
NOM-050-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	La presente norma es aplicable con el proyecto debido a la utilización de la maquinaria para realizar el despalme, vehículos para el transporte de personal, tractor, retroexcavadora, camiones de volteo y camionetas de 3 toneladas. Esta norma es de observancia en los vehículos automotores en circulación, equipados con motores que usen gas licuado de petróleo, gas natural u otros

NOM	Contenido	Cumplimiento
		combustibles alternos. No se aplica a vehículos con peso bruto vehicular menor a 400 kg.
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.
NOM-059-SEMARNAT-2010	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.	Para el proyecto están reportadas a nivel regional especies listadas en esta norma, por lo que es de importancia dar cumplimiento a la protección de las especies que pudiesen presentarse en el sitio, con el fin de asegurar su supervivencia y protección.
NOM-060-SEMARNAT -1994.	<i>Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</i>	Aun cuando no se realizarán aprovechamientos forestales será necesario realizar un programa de restauración de suelos, con acciones encaminadas a la protección del suelo y agua para mitigar los efectos adversos ocasionados por el mantenimiento de los caminos de acceso
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 LGEEPA 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. Para la operación del proyecto se tendrán fuentes móviles que generan emisiones contaminantes a la atmósfera como los son 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, más 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 operación no será significativo, sin

NOM	Contenido	Cumplimiento
		embargo es de observancia obligatoria para dar cumplimiento a la presente norma respetando los niveles máximos permisibles de ruido en función del peso bruto vehicular de los equipos o maquinaria utilizada.

3.6 Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación

3.6.1 Áreas naturales protegidas [ANP]

Para el estado de Durango se encuentran **2 ANP**, consideradas como “zonas de protección forestal y reserva integral de la biosfera” las cuales se denominan:

1. **Bolsón de Mapimí** localizada en los municipios de Tlahualilo y Mapimí.
2. **La Michilia** localizada en los municipios de Súchil y Mezquital.

El sitio **NO** se ubica en estas dos ANP, su localización respecto a las ANP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

3.6.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves [AICAS]

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

El sitio se **NO** se ubica en alguna AICA, su localización respecto a las AICA del estado de Durango se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

3.6.3 Regiones hidrológicas prioritarias [RHP]

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el programa de RHP, 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.

El sitio se ubica dentro de la siguiente RHP establecida en el estado de Durango.

1. **RIO NAZAS (Número 40)**. Tiene una extensión de 35 036.86 km² con afluentes a Ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco. Los Recursos Hidrológicos principales son la Presa Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, El Palmito y Laguna de Santiaguillo.

La localización del sitio referente a las RHP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.2**.

3.6.4 Regiones terrestres prioritarias [RTP]

Las RTP tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. En este contexto, el programa RTP para la conservación de

la biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El sitio **NO** se encuentra dentro de alguna área delimitada para la RTP, la ubicación del sitio referente a las RTP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.3**.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Existe una relación muy estrecha entre los patrones de distribución de las especies vegetales, el medio físico, la fauna silvestre y las actividades antropogénicas, éstas últimas alteran dichos patrones como un agente externo al modificar las etapas sucesionales o al mantener una en particular como lo son las actividades productivas (silvicultura, ganadería, agricultura, minería, etc.). Sin embargo, no se ha definido de manera clara la influencia que tienen las actividades productivas sobre el medio ambiente, ya que las relaciones entre sus componentes son muy complejas y no actúan en forma aislada y aún más es frecuente que se den relaciones complementarias entre ellas (Rzedowski, 1978).

Para la delimitación de **Sistema Ambiental (SA)** se utilizó el método inductivo, identificando en primera instancia el **conjunto y tipo de obras y actividades a desarrollar, dimensiones y su distribución espacial**, es decir a partir del **Área de Influencia (AI)**; posteriormente fue necesario realizar un análisis detallado de los **rasgos hidrológicos** (desde la región hidrológica hasta nivel microcuenca); simultáneamente se analizaron los **tipos de vegetación**; y por último se integraron la dinámica con los rasgos **geo-morfo-edafológicos, usos de suelo y las características sociales**. Se consideraron los puntos críticos dentro del SA, para establecer las medidas de prevención y mitigación a los recursos naturales, tales como son: corredores biológicos, rutas migratorias, lugares correspondientes a hábitat, zonas de refugio, alimentación o anidación de fauna, distribución de flora y fauna catalogada en riesgo por la [NOM-059](#), cuerpos de agua, vías de comunicación, poblaciones cercanas, entre otros.

Después del análisis minucioso, se optó por utilizar las **microcuencas del sitio como el Sistema Ambiental**.

4.1 Delimitación del área de influencia

El ecosistema es la unidad funcional básica en ecología, pues incluye a diferentes especies de organismos que se relacionan entre sí y con su medio abiótico en un área determinada, originando un flujo de energía que permite un ciclo entre las partes vivas y no vivas, el conocimiento de este nivel de organización permite identificar los procesos que se llevan a cabo en las diferentes cuencas y microcuencas del área de estudio. Para evaluar el impacto ambiental, inicialmente se ha identificado a las cuencas y microcuencas del sitio utilizando la clasificación hidrológica nacional, posteriormente bajo este concepto se realizó una delimitación del **área de influencia** a nivel regional donde se describen los tipos de vegetación, geología, tipos de suelo y condiciones climáticas.

a) Distribución espacial de las obras

La infraestructura que se desarrollará no constituye una barrera física que impida el desplazamiento de la fauna silvestre y doméstica a los ecosistemas regionales. Los patios de maniobras y almacenamiento de mineral serán cercados de manera muy puntual y por sus dimensiones no delimitan ecosistemas o hábitat para algunas especies de fauna de lento desplazamiento, estos se encuentran distribuidos en una zona forestal que no obstruyen el flujo o interacciones en los componentes bióticos y abióticos. Finalmente, el mayor trabajo se realizará de manera subterránea donde no existe riesgo de perturbar el ambiente biótico.

b) Conjunto, tipo de obras y actividades a desarrollar

Las obras a desarrollar consisten en preparar **2 socavones**, para realizar el minado subterráneo de las vetas de interés. De acuerdo a las obras se delimitó el área de estudio de tal manera que las interacciones que se darán entre las principales actividades y los componentes ambientales más importantes sea a nivel puntual que incluye sólo a la

superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas al iniciar con la etapa de operación, en donde se describen básicamente, las características taxonómicas y dasométricas de la vegetación regional, y los posibles impactos que pudiesen presentarse al suelo, agua, vegetación y fauna.

c) Radios de afectación

Las actividades y obras propuestas tendrán una afectación muy localizada (puntual), principalmente en la zona donde se construirán los patios de maniobras y tepetateras, probablemente a mediano plazo se tenga alguna pérdida de suelo por el tráfico de vehículos en los caminos de acceso, lo cual afectaría a los cauces intermitentes de la zona y tal vez llegue hasta los afluentes permanentes más cercanos. El radio estimado de afectación por los posibles accidentes y/o actividades a desarrollar será no mayor a los 2,000 metros.

d) Ubicación, características de obras y actividades complementarias

En la etapa de preparación del sitio y construcción no se tiene contemplado realizar obras y/o actividades complementarias y/o provisionales, todos los procesos se llevarán en sitios, donde ya existe la infraestructura necesaria, desde la recepción de las materias primas hasta la etapa de operación, los desechos generados serán dispuestos conforme a la normatividad ambiental vigente. No se requiere de otro tipo de servicios, tales como, servicios de transporte de personal, hotelería, alimentación, comunicación, etc.

e) Factores sociales (poblados cercanos)

Los habitantes que se verán directamente beneficiados corresponden a la comunidad de **San Lucas de Ocampo**, municipio de San Juan de Río, Dgo.

f) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación entre otros

Otro aspecto que se consideró en la delimitación del sitio fue a **nivel regional** que considera elementos como el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea y los aspectos socioeconómicos, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales. 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 de estos elementos se presenta con mayor detalle en el apartado 4.2.

g) Tipo, características, homogeneidad, distribución y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas y/o socio-sistemas)

El Área de Influencia se ubica dentro de la Región Hidrológica **RH36B** (NAZAS – AGUANAVAL), en la cuenca (**B**) R. NAZAS – AGUANAVAL, subcuenca (**b**) Río San Juan y microcuencas Diez de Octubre (SAN LUCAS DE OCAMPO) (36-150-01-086). El Sistema Ambiental cuenta con poca **diversidad de especies vegetales** por su amplitud y distribución de altitud, se encuentra vegetación característica de bosque encino, pastizal natural y matorrales crasicaules, existen algunos claros que son utilizados por los habitantes de la región, como espacios para desarrollar la agricultura y ganadería de tipo extensivo.

Finalmente, derivado de lo anterior se optó por seleccionar el **Sistema Ambiental** para la microcuenca que se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-1. Delimitación del SA

CODIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
36-150-01-086	DIEZ DE OCTUBRE (SAN LUCAS DE OCAMPO)	15549.6
	Total	15549.6

El esquema hidrográfico del **Sistema Ambiental** se presenta en la figura siguiente.

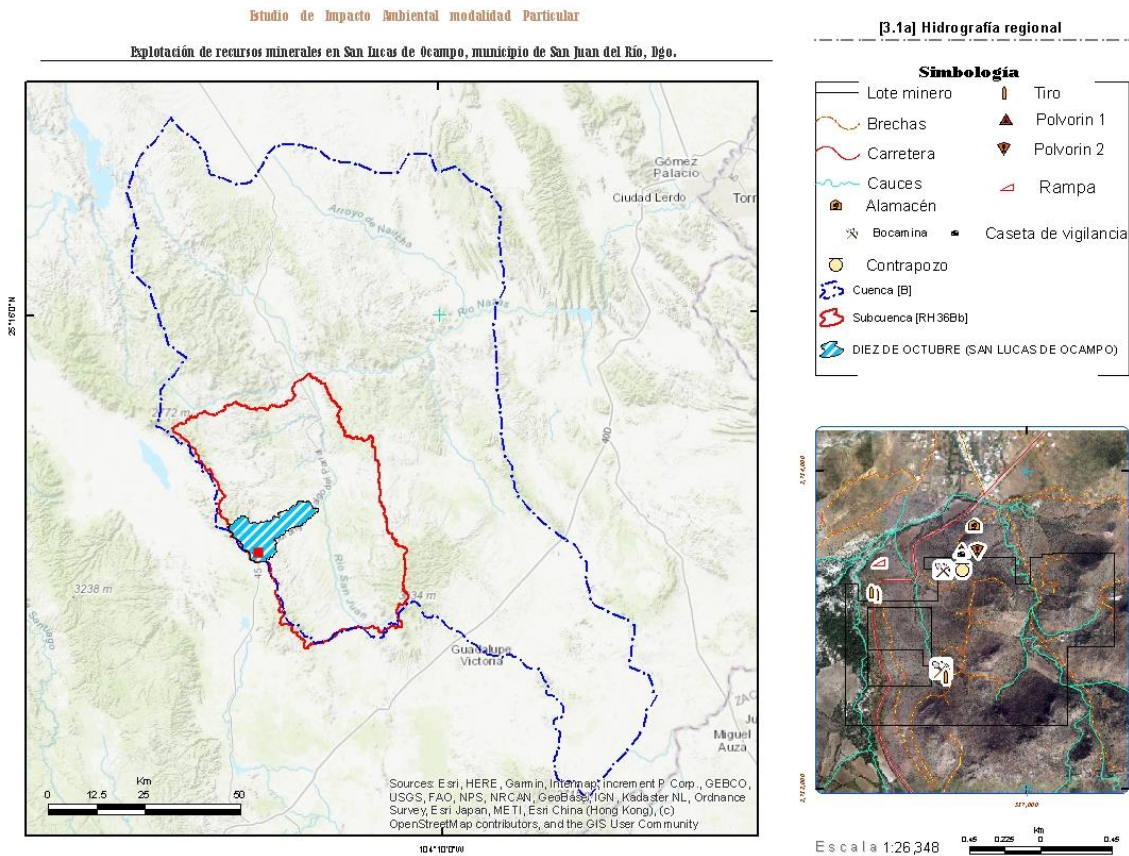


Figura 4-1. Delimitación del Sistema Ambiental

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 Clima

Los tipos de clima presentes en el **SA** de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-2. Tipos de clima presentes en el Sistema Ambiental

Tipo	Descripción	Superficie (ha)	%
BS1kw(w)	Semiseco templado con lluvias en verano mayores a (63.4%)	12754.6	82
BS1hw(w)	Semiseco semicálido con lluvias en verano (18.5%)	2794.9	18
Total		15549.6	

Fuente: Diccionario de datos climáticos, escalas 1: 250 000 (INEGI, 2000).

Por las condiciones fisiográficas el **SA** presenta dos tipos climáticos, en las partes medias los climas de tipo **Semiseco templado**, y en las partes bajas de las microcuencas se tienen climas de tipo **Semiseco semicálido**. En el plano del **Anexo 3.8** se presenta la distribución del clima a nivel local y regional.

La normal climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un periodo de datos considerables (mínimo 20 años) (Díaz, 2016). A razón de tener datos representativos Ruíz et al. (2006) proponen utilizar los parámetros estadísticos meteorológicos siguientes:

- La temperatura máxima mensual, es el valor normal o promedio histórico de la temperatura máxima por mes.
- La temperatura mínima mensual, es el valor normal o promedio histórico de temperatura mínima por mes.
- La temperatura promedio mensual, constituye el valor normal o promedio histórico de temperatura media.
- La precipitación mensual, es el valor normal de la precipitación acumulada promedio en un mes.

Para representar las variables climáticas anteriores se consultó los registros de las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el SA (SMN, 2010). Las coordenadas geográficas de la localización de las estaciones meteorológicas se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-3. Estaciones meteorológicas consultadas para el SA

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
10063	San Bartolo	2232350	1389950	2,000
10068	San Juan del Río	2251090	1419490	1,124
10129	Coneto de Comonfort	2221580	1440180	1,950

a). Temperatura

Las temperaturas máximas, mínimas y promedio de las anteriores estaciones meteorológicas presentan registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-4. Registros de temperatura de las estaciones climáticas del SA

CLAVE	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMALES														
10063	San Bartolo	11.9	14	16.3	18.5	21.1	21.7	20	19.5	18.3	16.5	13.6	11.9	16.9
10068	San Juan del Río	13.5	14.7	17.9	21.8	24.4	25.3	23.6	23	21.7	19.3	16.3	13.3	19.6
10129	Coneto de Comonfort	7.4	9.6	12.8	16.7	20.5	21.9	20.2	19.4	17.8	14.9	10.7	7.8	15
MÍNIMA														
10063	San Bartolo	-3	0.31	1.77	3.77	6.71	9.467	8.97	8.39	7.33	3.87	0.43	-1.23	3.9
10068	San Juan del Río	1.02	2.93	4.02	7.95	5.94	12.47	11.5	10.6	10.4	5.26	2.49	0.29	6.2
10129	Coneto de Comonfort	-11.1	-8.55	-6.97	-8.89	-12.2	5.9	10.8	-14	-13.8	-10.5	-7.53	-6.55	-7.0
MÁXIMA														
10063	San Bartolo	23	24.7	26.9	29.2	31.8	31.6	28.5	27.6	26.3	25.7	24.3	23.1	26.9
10068	San Juan del Río	31.7	31.5	38.4	41.1	42.4	39.7	40	41	41.1	32.9	31.5	26.4	36.5
10129	Coneto de Comonfort	16.8	19.7	23.4	27.3	30.9	31	27.8	26.9	25.3	24	20.6	17.3	24.3

La **temperatura media** del SA, fue estimada mediante el método de los **polígonos de Thiessen** en ArcGIS con la herramienta [Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-5. Temperatura media anual del SA

Clave	Nombre	Temperatura media anual (°C)	Superficie (ha)
10063	San Bartolo	16.9	829.1
10068	San Juan del Río	19.6	14657.1
10129	Coneto de Comonfort	15.0	63.5
Promedio ponderado		19.4	15549.6

Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

b). Precipitación

La precipitación 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 y granizo, Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local. En la región se presenta la mayor parte de la precipitación que se capta

en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre.

La precipitación máxima, mínima y promedio de las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el **SA** presentan registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-6. Registros de temperatura de las estaciones climáticas del SA

NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMALES													
San Bartolo	10.165	4.3633	5.4691	4.5013	10.847	50.258	84.747	79.352	65.491	24.281	9.726	7.0569	351.8
San Juan del Río	16.997	4.6219	7.415	3.5825	13.435	70.46	129.73	135.67	108.15	36.497	15.082	9.8561	517.8
Coneto de Comonfort	16.9	4.6	4.2	3	15.1	76.8	132.3	131.8	108.9	38	12.7	10.9	555.2
MÁXIMA													
San Bartolo	92	40.9	104.05	45	53.3	194	333	251.5	195	155.5	72	52	700.1
San Juan del Río	108	38	117.3	30	79.5	191.9	367.5	410.6	233.5	133.5	79	66	842
Coneto de Comonfort	108.0	38	28	30	79.5	191.9	367.5	316.0	233.5	133.5	79	66	1562.9
MÍNIMA													
San Bartolo	0	0	0	0	0	0	1.5	3.8	0	0	0	0	12.3
San Juan del Río	0	0	0	0	0	0	11.5	0	0	0	0	0	11.5
Coneto de Comonfort	0	0	0	0	0	0	0	30.5	17	0	0	0	16.2

La **precipitación media** del **SA** fue estimada mediante el método de los **polígonos de Thiessen** con la herramienta [[Analysis Tools/Proximity/Create Thiessen Polygons](#)] de **ArcGIS**. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-7. Precipitación media anual del SA

Clave	Nombre	Precipitación media anual (mm)	Superficie (ha)
10063	San Bartolo	351.8	829.1
10068	San Juan del Río	517.8	14657.1
10129	Coneto de Comonfort	555.2	63.5
Promedio ponderado		509.1	15549.6

Finalmente, para representar la temperatura y precipitación media anual en el **SA** se generaron dos ráster con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW \(Environment Setting/Raster Analysis/Mask\)](#)]¹ de **ArcGIS**. Entonces las variables climáticas se distribuyen en el **SA** como se ilustra en las figuras siguientes:

La interpolación mediante distancia inversa ponderada determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra. Este método presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde la ubicación de muestra.

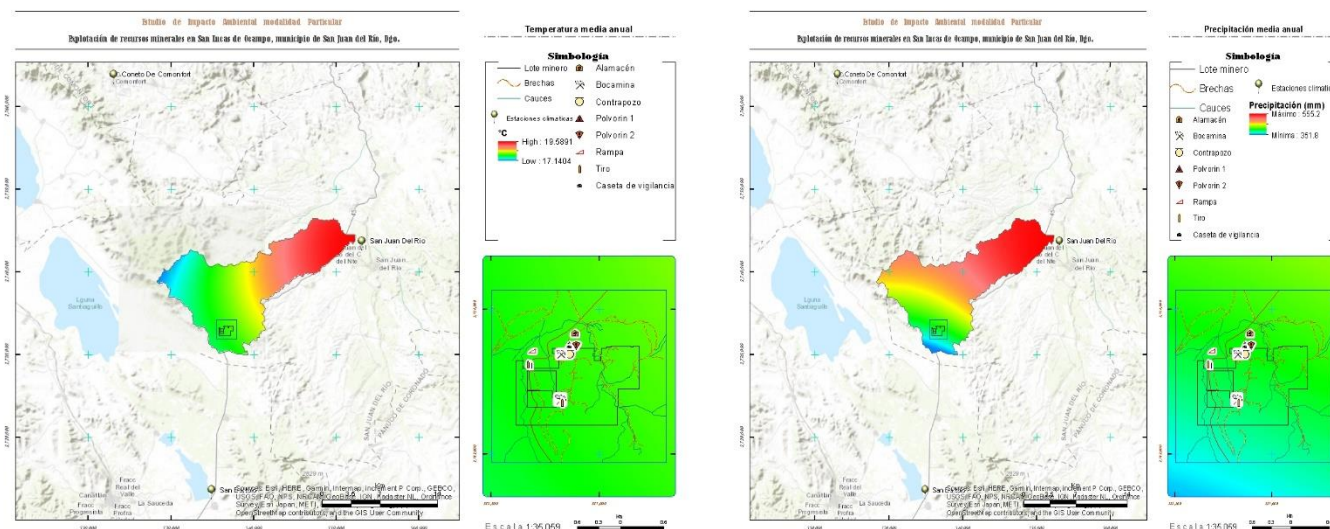


Figura 4-2 Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA
c). Vientos

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 y granizo. Los vientos dominantes en la región provienen de la zona norte de país, 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.

d). Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región se resumen de la manera siguiente:

Periodo de lluvias:	Junio - Septiembre
Aguanieves:	Diciembre - Febrero
Heladas:	Desde el 19 de diciembre hasta el 20 de abril.
Vientos dominantes:	Noroeste con una velocidad promedio anual entre los 4 a 10 km/hora
Granizadas:	Últimos de Mayo – Junio
Huracanes:	Solo se presentan altas precipitaciones cuando éstos ocurren en el Océano Pacífico, su probabilidad de ocurrencia es baja

e). Evapotranspiración potencial

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 4-8. 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 **SA** pertenece a la región de las **Sierras y Llanuras** del estado de Durango.

f). Posibilidad de fenómenos naturales

El SA **NO** es susceptible a los siguientes fenómenos naturales:

- Terremotos (sismicidad)
- Derrumbes por hundimientos
- Inundaciones
- Pérdidas de suelo debido a erosión
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos
- Riesgos radiactivos
- Huracanes

4.2.1.2 Geología

La geología tiene principalmente una relevancia indirecta dentro de la caracterización y manejo de la cuenca, primero a través de sus efectos como material parental del suelo y, segundo a través de su influencia sobre la hidrología subterránea. De acuerdo a las cartas temáticas escala 1: 250 000 la geología regional y local se describe de la manera siguiente.

4.2.1.2.1 Geología regional

La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Durante el Triásico tuvo lugar una tectónica distensiva en la parte este y noreste, originando la formación de fosas y rellenos sedimentarios continentales. En el Jurásico Superior ocurren la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y durante el Cretácico inferior continuo con el depósito de calizas arcillosas de la Formación Taraises y el lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey. Es en el Eoceno Superior al Oligoceno que tienen lugar los primeros episodios volcánicos que constituyen la **SMO**, a la que se le denominó serie Andesítica o Serie Volcánica inferior, la cual está deformada, afallada y alterada, debido en parte a las intrusiones ígneas que las afectaron. Esta serie es la principal encajonante de la mineralización aurífera y auroargentífera en las Subprovincias de Barrancas y Llanuras Altas, las que afloran principalmente como ventanas geológico-estructurales. La actividad volcánica ignimbrítica termina durante el Oligoceno y sobreyace a la Serie Andesítica, estas funcionan como rocas encajonantes de yacimientos de estaño, fierro, fluorita, bentonita y caolín y en menor proporción de plata y oro. Durante las últimas etapas se presentan coladas de basalto de edad Plioceno y finalmente se forman conglomerados, gravas, arenas y limos. El emplazamiento de rocas graníticas se inicia a partir del Jurásico Superior hasta el Oligoceno, intrusionando rocas metamórficas del Paleozoico, rocas calcáreas del Cretácico y rocas volcánicas del Terciario.

4.2.1.2.2 Geología local

Los estratos sedimentarios en que se encuentran en la cuenca del **Río Nazas - Aguanaval**, están constituidos por conglomerados del Terciario, parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del Cuaternario, ocupan el subsuelo de toda la planicie, aunque son muy heterogéneos en cuanto a su litología, grado de cementación y características hidráulicas. Los estratos sedimentarios en que se encuentran en la cuenca del, El tipo de geología dominante que presenta la cuenca hidrográfica donde se localiza el proyecto es la siguiente:

Cuadro 4-9. Geología local y regional

Clave	Tipo	Era	Sistema	Superficie (ha)
Ts (Igea)	Ígnea extrusiva	Cenozoico	Neógeno	9171.9
Ts(cg)	Sedimentarias	Cenozoico	Neógeno	6377.7
Total				15549.6

En general la conformación de la geología del SA se encuentra compuesta por los tipos de roca siguientes:

Ígnea extrusivas ácida Ts (Igea). Las rocas volcánicas típicas 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 (del griego pyro, fuego, y klastos, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños.

Semidentarias Ts (cg) son formadas por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

4.2.1.2.3 Geología del subsuelo

El **SA** se encuentra dentro de la zona de captación del acuífero Río Nazas. Para este acuífero se determinaron dos áreas bien definidas; la primera comprende la superficie total de la cuenca hidrológica del Río. Nazas, mientras que la segunda se encuentra conformada por un grupo de corrientes independientes.

En cuanto a la descripción de la cuenca, podemos mencionar que el Río, nace en el estado de Durango, en altitudes cercanas a los 2,600 msnm y tiene su origen en varios arroyos, que se desarrollan con una trayectoria de poniente a oriente y recibe la aportación de varios afluentes, como Ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco. Después de esta confluencia toma un rumbo sureste donde es detenido por varios Recursos Hidrológicos principales son la Presa Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, El Palmito y Laguna de Santiaguillo para después entrar al estado de Coahuila recibiendo el nombre de río Nazas. hasta que finalmente desemboca en la laguna de Mayrán.

La región está formada por un paisaje compuesto de lomas bajas con pendientes suaves y formas positivas estrechamente relacionadas con el origen y naturaleza de las rocas que lo forman. Las rocas más antiguas que constituyen el basamento geológico, están formadas por esquistos y pizarras pertenecientes a la formación conocida regionalmente como complejo Sonobari, que son rocas compactas e impermeables. Sobre estas rocas descansan formaciones de tobas, areniscas y conglomerados estratificados y cementados, con buzamiento regional, hacia el suroeste, que constituyen la formación Baucarit de origen continental del terciario, donde la mayoría de sus componentes provienen de la erosión e intemperismo de las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental.

a) Recarga y descarga del acuífero

La recarga natural del acuífero tiene lugar a lo largo del cauce, siendo especialmente por todos los afluentes que hay a lo largo del acuífero, además los escurrimientos transitorios que bajan de las montañas. El acuífero descargaba en la laguna de Mayrán en el estado de Coahuila, pero como se han construido presas a lo largo del río, esta laguna a desaparecido.

b) Flujo de las corrientes subterráneas

De acuerdo con las condiciones geo-hidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río Nazas-Aguanaval como un acuífero freático somero de tipo libre, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo es de SW-NE, que comprende la zona de recarga, hacia, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa. Localmente el sitio donde se localiza el acuífero, descansa sobre un depósito en unidades de roca de alta permeabilidad en las que se emplaza el acuífero freático, están constituidas por material fluvial y aluvial y se distribuyen en el subsuelo como relleno del valle; la permeabilidad secundaria y media, es característica de las series sedimentarias de rocas calizas que conforman las sierras

fracturadas circundantes, pertenecientes a la Formación Aurora, de Edad Cretácico Inferior; y la permeabilidad baja, es característica de las series sedimentarias referidas con contenidos arcillosos o estructura de rocas macizas compactas. Todo este conjunto de materiales, están parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del cuaternario, que ocupan el subsuelo de toda la planicie con espesores variables.

En el plano del **Anexo 3.6** se muestra la distribución de la geología en el **SA**.

4.2.1.2.4 Fisiografía

Fisiográficamente, el estado de Durango ha sido dividido en tres grandes provincias; Mesa Central, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, el **SA** se localiza en la provincia de Mesa Central, y corresponde a una región de sierras y llanuras de Durango con orientación norte, ocupa aproximadamente el 40% de la entidad y abarca toda la porción oriental. Al trazar un eje transversal en la SMO, tomando como lugar de partida la ciudad de Durango hasta el estado de Chihuahua, se puede apreciar que su borde oriental es mayor mente plano sin observar un cambio brusco en la topografía, este aspecto es un tanto diferente a lo que se espera de una sierra.

La ubicación del **SA** respecto de la fisiografía estatal corresponde a la denominada provincia “Sierras y llanuras de Durango”, como se pudo observar en la figura siguiente.

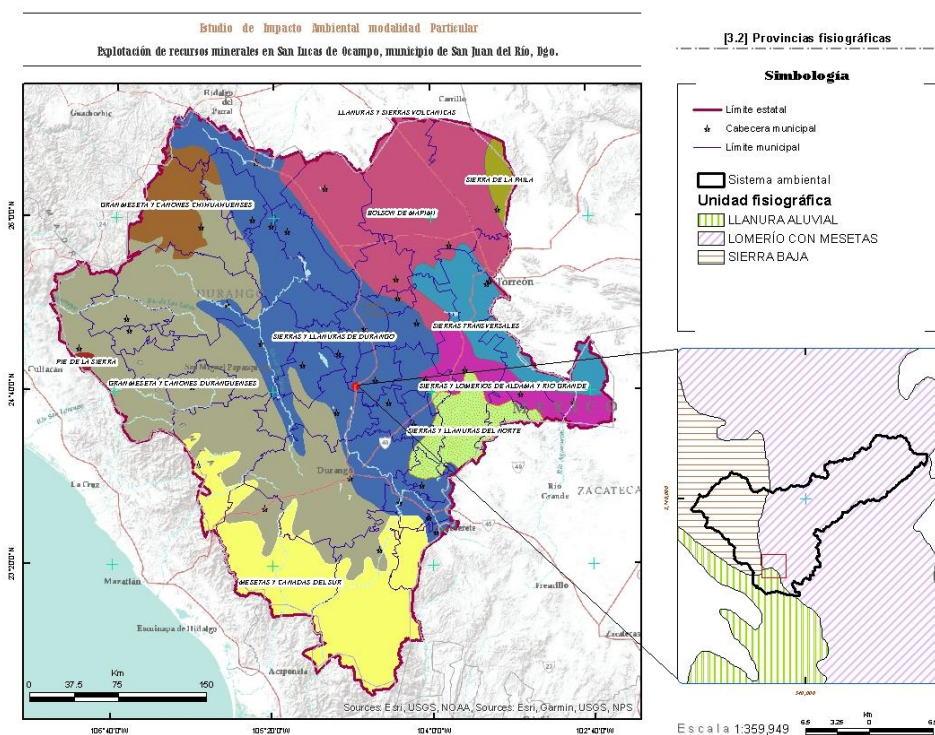


Figura 4-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental

La distribución de las fisiográficas en el **SA** se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-10. Superficie del SA con referencia a las provincias fisiográficas

Nombre	Descripción	Superficie (ha)
Sierra	Lomerío con Mesetas	10839.1
Lomerío	Sierra baja	4107.2
Llanura	Llanura aluvial	603.3
Total		15549.6

El **AI** se encuentra en **sierra baja, lomerío con mesetas y llanura aluvial**. Los detalles se muestran en el plano del **Anexo 3.2**. En general las unidades fisiográficas están compuestas por cerros y llanuras extensas, donde ocasionalmente se encuentran pequeñas mesetas, valles, llanos generalmente menores de 600 hectáreas. Los lomeríos con mesetas constituyen la mayor parte del **SA**, los que dan vida a los arroyos y ríos que desembocan en la Laguna de Santiaguillo que es una de los principales recursos hidrológicos del río Nazas

a). Relieve

Para determinar el relieve del SA se elaboró un modelo digital de elevación (DEM, por sus siglas en inglés) utilizando las curvas de nivel equidistantes a 15 metros; con el que se pudo caracterizar la altura mínima, máxima y promedio con valores de **1672, 2444 y 1908 msnm** respectivamente. Las máximas alturas están ubicadas en el parteaguas de la cuenca mientras que las alturas mínimas se encuentran en los bajos, es decir en los cauces de las corrientes de agua. La representación gráfica de las elevaciones del SA se puede observar en la figura siguiente.

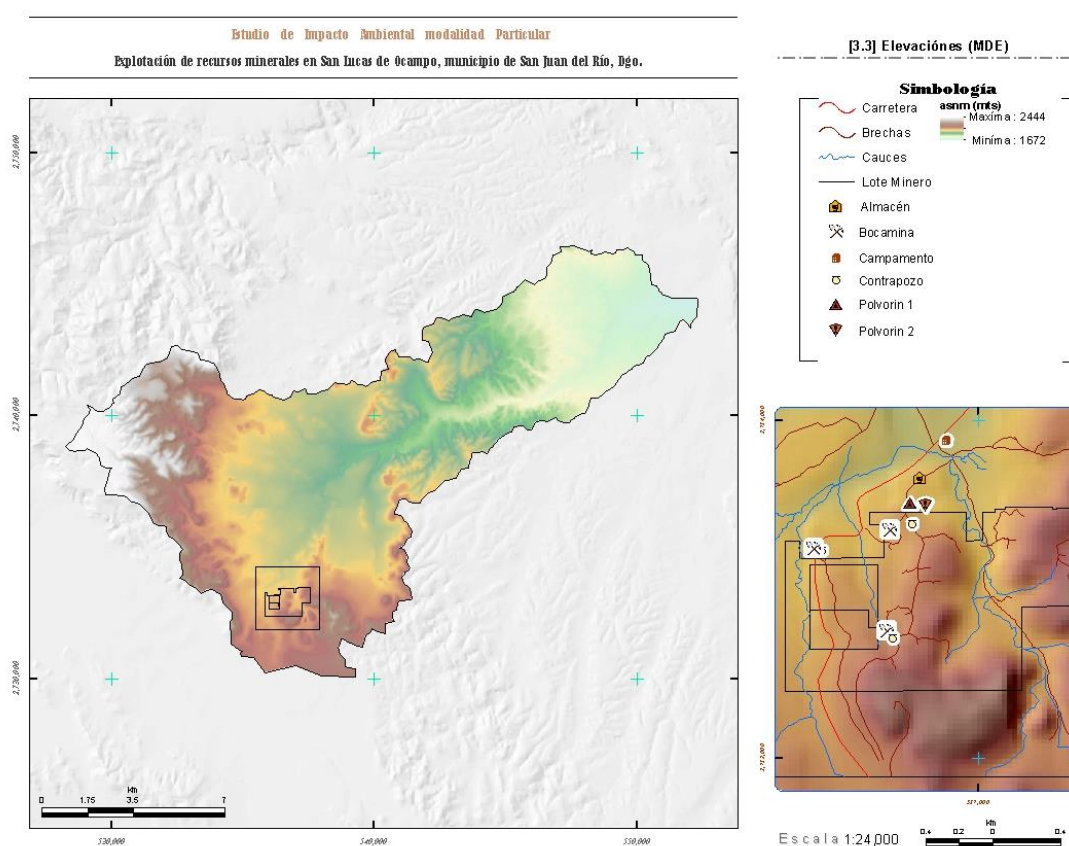


Figura 4-4. Elevaciones en el Sistema Ambiental (DEM)

b). Pendiente

Con la información contenida en el **DEM** del **SA** y con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Surface/Slope](#)] de **ArcGIS** se desarrolló el plano de pendientes (relieve). Ahora bien, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la pendiente del DEM se reclasificó con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify](#)] de **ArcGIS** en función de las categorías del cuadro siguiente.

Cuadro 4-11 Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009)

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha) ²	%
1	0 a 2	Plano	1667.5	10.72
2	2 a 5	Ligeramente inclinado	4398.1	28.28
3	5 a 10	Inclinado	3175.5	20.42
4	10 a 15	Fuertemente inclinado	1820.8	11.71
5	15 a 30	Moderadamente escarpado	2595.6	16.69
6	30 a 60	Escarpado	1645.5	10.58
7	> 60	Muy escarpado	246.7	1.59
Total			15549.6	

Considerando el área de influencia ambiental el relieve se puede caracterizar como **Ligeramente inclinado**, con pendientes que oscilan de 5 a 50%. El relieve del **SA** se puede observar con mayor detalle en el plano del **Anexo 3.4** y su representación se muestra en la figura siguiente.

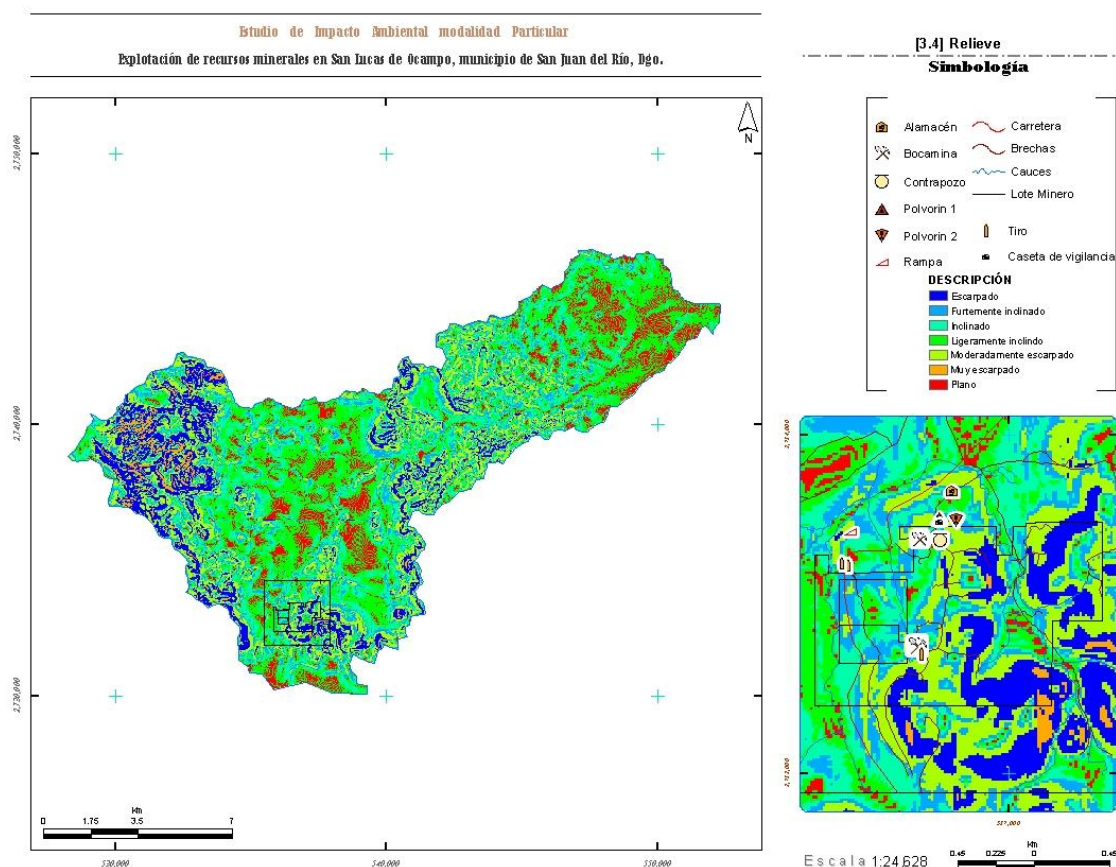


Figura 4-5. Pendiente del SA
c). Exposición de las laderas

A partir del DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect] de ArcGIS se desarrolló el plano de la exposición de la ladera o terreno y, posteriormente se reclasificó la exposición con la

² La caracterización de la superficie por tipo de relieve y exposición se estimó con la herramienta [Spatial Analyst Tools/Zonal/Zonal Geometry as Table] en ArcGIS.

herramienta [Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify] de ArcGIS en 10 categorías (como se muestra en el cuadro siguiente).

Cuadro 4-12. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

Categoría	Exposición	Superficie (ha)	%
1	Plano	831.3	5.34
2	Norte	1610.3	10.35
3	Noreste	2520.4	16.20
4	Este	2234.4	14.36
5	Sureste	2207.2	14.19
6	Sur	1436.4	9.23
7	Suroeste	994.3	6.39
8	Oeste	797.2	5.12
9	Noroeste	1307.7	8.40
10	Norte	1610.3	10.35
Total		15549.6	

La exposición del terreno en el SA se puede observar con mayor detalle en el plano del Anexo 3.5.

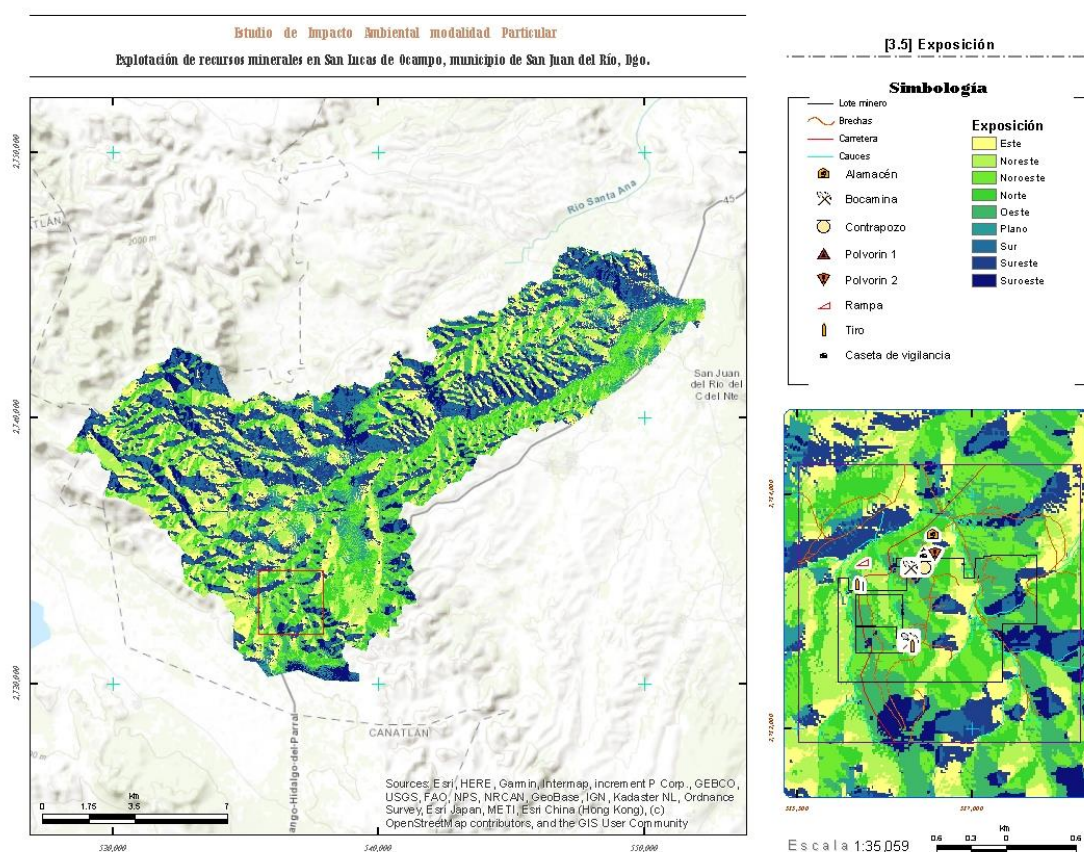


Figura 4-6. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

4.2.1.3 Suelos

4.2.1.3.1 Tipos de suelo

A continuación, se describen los tipos de suelo que se presentan en el **SA**, utilizando la clasificación del sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2006). Dicha información geográfica digital fue analizada de acuerdo con el Diccionario de Datos Edafológico Escala 1:250 000 Serie II (INEGI, 2002).

La descripción de la nomenclatura de los tipos de suelo se rige por los atributos siguientes:

Suelo dominante: Grupo de suelo que ocupa el 60% o más de extensión en la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Dominante: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Dominante: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo secundario: Grupo de suelo, que se estima, ocupa entre un 20 y 40% de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Secundario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Secundario: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo terciario: Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20 % como máximo de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del suelo terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Textura del Suelo: Valor que se refiere a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro. Se divide en: 1 - Gruesa; 2 - Media; y 3 - Fina.

Limitante física superficial: Indica la presencia estimada de fragmentos de roca u otros minerales, en más del 30% del área. Se clasifica en: R - Pedregosa y r - Gravosa.

La descripción de las clases dominantes de suelo presentes en el **SA** es la siguiente:

REGOSOLES. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta. Material parental: material no consolidado de grano fino.

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

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

CAMBISOLES. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

Connotación: Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano cambiare, cambiar. Material parental: Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas.

Desarrollo del perfil: Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados.

Ambiente: Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.

PHAEOZEMS. Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastañozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastañozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros. Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

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

LUVISOLES. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Connotación: Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín luere, lavar. Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

Ambiente: Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas.

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

DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Crómico (cr):** que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
2. **Dístrico (dy):** que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o, en Leptosoles, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua, si la roca

continúa comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

3. **Léptico (le)**: que tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Endoléptico (nl): que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.

Epiléptico (el): que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

4. **Esquelético (sk)**: que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
5. **Éutrico (eu)**: que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
6. **Lítico (li)**: que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
7. **Sódico (so)**: que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.
8. **Lúvico (lv)**: que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH_4OAc 1 M) de 24 cmolc kg^{-1} arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
9. **Úmbrico (um)**: Qué tiene un horizonte úmbrico: el horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.

La distribución de la superficie del **SA** respecto a los grupos principales de suelo se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-13. Distribución de los tipos de suelos en el SA

Tipo de suelo	Superficie (ha)	%
PHAEZEM	5550.3	35.6
LEPTOSOL	8207.2	52.7
CAMBISOL	513.9	3.3
KASTANOZEM	1074.3	6.9
CHERNOZEM	203.9	
Total	15549.6	

4.2.1.3.2 Tipos de erosión presentes y las causas que las originan

Fundamentalmente, se reconocen dos tipos de erosión: la erosión natural y la erosión antrópica o causada por el hombre. A su vez, la erosión natural se subdivide en erosión pluvial y erosión eólica, como se describen a continuación:

➤ La erosión natural

La erosión pluvial: Una gota de agua es aproximadamente 1 000 veces más grande que una partícula de suelo. Por lo tanto, la fuerza del impacto de una sola gota de lluvia es suficiente para dispersar y arrastrar las partículas de suelo que encuentre a su paso y, así se inicia la erosión pluvial. Al inicio de un evento de lluvia, millones de gotas golpearán el suelo y arrastrarán sus partículas. Si la lluvia continúa, el agua se juntará sobre la superficie y aumentará la velocidad con la que escurre; se formará una red de pequeños canales que, al unirse, irán formando otros más grandes, que luego se transformarán en surcos, zanjas y, finalmente, en zanjones muy grandes llamados "cárcavas".

La erosión eólica: El viento, al soplar con fuerza, levanta las partículas de suelo y las moviliza en distintas direcciones. En ocasiones, a través de un proceso lento, pero persistente, puede llegar a producir concavidades o depresiones que alcanzan varios metros de diámetro, o formar dunas de polvo o arena sobre los terrenos productivos.

➤ **La erosión antrópica causada por el hombre**

Las prácticas agropecuarias inadecuadas fomentan la erosión, entre las más frecuentes se pueden citar las siguientes causas:

- Práctica de cultivos en cerros o terrenos inclinados, haciendo la labranza en el mismo sentido de la pendiente.
- La sobrecarga de un potrero con animales, lo que se traduce en la pérdida de su capacidad para regenerar hierba o pasto.
- Apertura de caminos con fines de aprovechamiento forestal, minero y agropecuario, especialmente caminos que conectan a los poblados vecinales.
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego (tala ilegal).
- La eliminación de vegetación en suelos de aptitud forestal, ya sea por medios mecánicos químicos o usando el fuego.
- La ocurrencia reiterada de incendios forestales en un mismo sitio (microcuenca).
- Cambio de uso de suelo ilegales (sin medidas de prevención y mitigación).

Todas estas prácticas crean las condiciones para que el agua y el viento arrastren las capas fértiles del suelo e incluso provoquen daños a mayor profundidad por escurrimiento superficial. Las principales causas que provocan la erosión para el **AI** son:

- Deforestación: pérdida de fijación del suelo y reducción de la infiltración.
- Apertura de cambios de uso de suelo ilegales.
- Incendios forestales provocados.

EROSIÓN HÍDRICA

Para la **LBDTD** utilizaron la base de datos de la erosividad de la lluvia y erodabilidad del suelo, se recalculó la pérdida de suelo por efecto de la escorrentía de la lluvia, en este proceso el factor de longitud e inclinación de la pendiente se retomó del trabajo de Cortés, (2012); el factor de cobertura vegetal fue actualizado de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie IV del INEGI, complementada con los resultados del análisis del estatus de la cobertura vegetal, considerando las propuestas de Hua Lu, (2003) y CONAGUA-CP, (2009). La estimación de erosión hídrica en todo momento se rigió por el modelo **RUSLE** ([Revised Universal Soil Loss Equation](#); Renard, 1997).

La reasignación de clases de pérdida de suelos se realizó mediante la relación existente entre una densidad aparente promedio general (1.3 toneladas por m³) y la cantidad de suelo que se pierde estimada mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-14. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo

Categoría	Intervalo de pérdida de suelo en 10 años (cm)	Intervalo de pérdida de suelo (ton/ha/año)
Nula	< 0.38	< 5
Ligera	0.38 - 0.77	5 - 10
Moderada	0.77 - 3.85	10 - 50
Alta	3.85 - 15.38	50 - 200
Extrema	> 15.38	> 200

Los datos del tipo de erosión presente en la **SA** y las causas que la originan fueron tomados del análisis realizado por la Dirección de Geomática de la SEMARNAT (2004) (Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000), publicado en el portal siguiente:

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no].

Entonces, tomando en cuenta la erosión hídrica estimada por la CONAFOR-UACH (2013) se caracterizó el grado de erosión hídrica del **SA** considerándose **MODERADA** (entre 10 - 50 ton/ha/año).

4.2.1.3.3 Estimación de la erosión hídrica

El grado de erosión hídrica en el **SA** se estimó por medio de la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo* (EUPS), la cual puede ser utilizada en cualquier región geográfica, simplemente modificando sus parámetros de acuerdo a las características propias del área estudio. La ecuación tiene la expresión siguiente:

$$E = R * K * LS * C$$

donde; **E**= promedio anual de pérdida de suelo ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$), **R**= factor de erosividad de la lluvia ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ hr^{-1}\ año^{-1}$), **K**= factor de erodabilidad del suelo (adimensional), **L**= factor de longitud de la pendiente (adimensional), **S**= factor del grado de la pendiente (adimensional) y **C**= factor de manejo del cultivo o vegetación presente (adimensional).

4.2.1.3.3.1 Factor erosividad de la lluvia

El factor de la **erosividad de la lluvia [R]**, es definido como la capacidad potencial de ésta para causar erosión, es medida por medio de los índices de erosividad (Figueroa *et al.*, 1991). En México, es escasa la información sobre la intensidad de lluvia, por lo que se han desarrollado modelos empíricos alternativos para su estimación tomando en cuenta otros parámetros de la lluvia. Cortés (1991) estimó un índice de erosividad para diferentes regiones de la República Mexicana y reporta valores que varían de 500 a 29 mil $MJ\ mm\ ha^{-1}\ hr^{-1}\ año^{-1}$, proponiendo así catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual (**P**) para estimar el **factor R**. Las ecuaciones que estiman el **factor R** para México se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-15. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991)

Región	Ecuación	Bondad de ajuste (R ²)
I	$R = 1.20785(P) + 0.002276(P)^2$	0.92
II	$R = 3.45552(P) + 0.006470(P)^2$	0.93
III	$R = 3.67516(P) - 0.001720(P)^2$	0.94
IV	$R = 2.8559(P) + 0.002983(P)^2$	0.92
V	$R = 3.48801(P) - 0.000188(P)^2$	0.94
VI	$R = 6.68471(P) + 0.001680(P)^2$	0.90
VII	$R = 0.03338(P) + 0.006661(P)^2$	0.98
VIII	$R = 1.99671(P) + 0.003270(P)^2$	0.98
IX	$R = 7.04579(P) - 0.002096(P)^2$	0.97
X	$R = 6.89375(P) + 0.000442(P)^2$	0.95
XI	$R = 3.77448(P) + 0.004540(P)^2$	0.98
XII	$R = 2.46190(P) + 0.006067(P)^2$	0.96
XIII	$R = 10.74273(P) - 0.001008(P)^2$	0.97
XIV	$R = 1.50046(P) + 0.002640(P)^2$	0.95

El **SA** se localiza en la **región III** como se muestra en la figura siguiente.

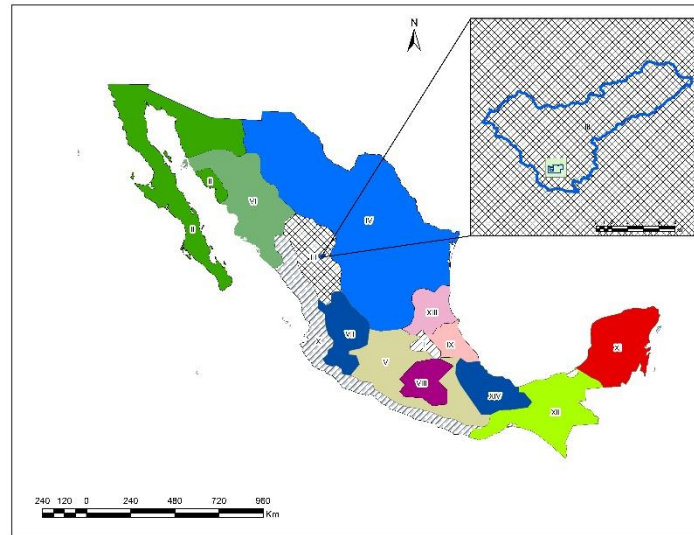


Figura 4-7. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997)

La metodología de cálculo para estimar el **factor R** en ArcGIS es la siguiente:

1. Con el ráster de precipitación del **SA** se aplicó la expresión del valor de R para la **región** $[3.67516 * ("precip") - 0.001720 * \text{Power}("precip", 2)]$ utilizando la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator].

La distribución gráfica del **factor R** en el **SA** se muestra en la figura siguiente:

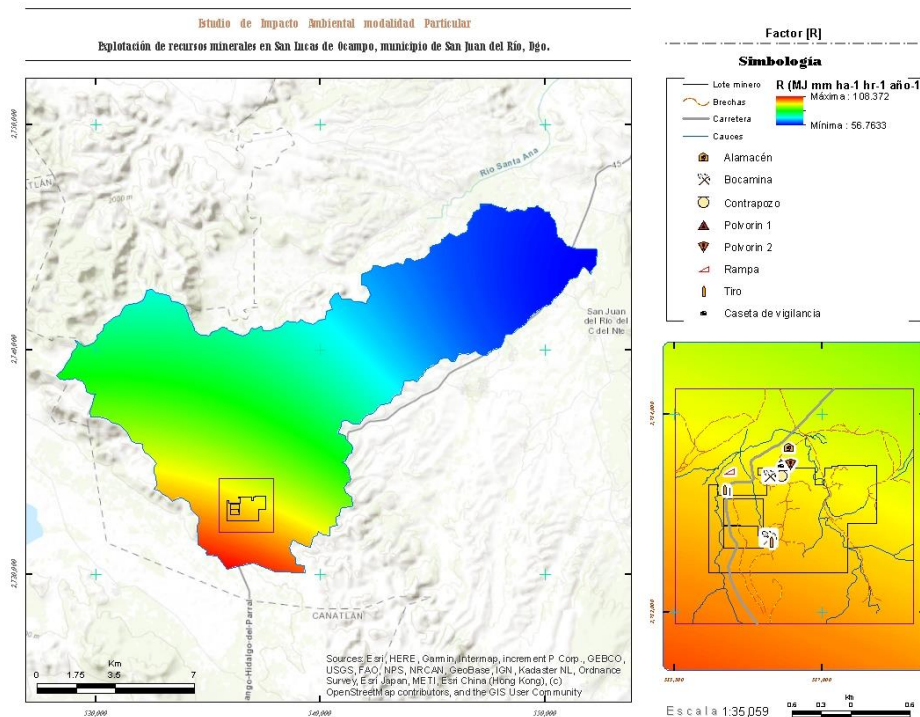


Figura 4-8. Representación del factor R en el SA

4.2.1.3.3.2 Factor de erodabilidad del suelo

El factor **erodabilidad del suelo [K]**, toma en cuenta el tipo de suelo y para su estimación se utilizó la metodología descrita por Montes-León *et al.* (2011) respecto al mapa nacional de erosión potencial en la República Mexicana, el procedimiento es conocido como la **metodología de la FAO**. Para la determinación de este factor fue empleada la

carta temática del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional) y la clasificación de suelos del **WRB** (*World Reference Base for Soil Resources*), adaptado por el INEGI para las condiciones ambientales de México. Las características que se obtuvieron de esta información son **unidad de suelo (tipo de suelo)** y **textura** de los perfiles más cercanos al **SA**.

El valor de **K** para el tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) es representado en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-16. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura

Tipo de suelo	Textura	Valor de K
CAMBISOL	Media	0.04
LEPTOSOL	Media	0.02
LUVISOL	Media	0.04
PHAEZEM	Media	0.02
REGOSOL	Fina	0.013
REGOSOL	Media	0.04
UMBRISOL	Media	0.04
VERTISOL	Fina	0.026

Fuente: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_seriei.aspx

Entonces, considerando los tipos de suelo y su clase de textura de los perfiles edafológicos que tienen influencia en el **SA** el valor de **K** que se asignó se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-17 Valores del factor K en el SA

ID	PERFIL	UTM_X	UTM_Y	CLAVE (WRB)	SUELO	TEXTURA	K
1	156123-1	2242424.29	1425508.49	LPrzsk+PHhupcp/2R	LEPTOSOL	Cra	1.4
2	156124-1	2251194.97	1414995.17	CHlvso+SNglvr/2	CHERNOZEM	Cra	3.7
3	156124-2	2251194.97	1414995.17	CHlvso+SNglvr/2	CHERNOZEM	Cra	2.1
4	156124-3	2251194.97	1414995.17	CHlvso+SNglvr/2	CHERNOZEM	Cra	1.7
5	156124-4	2251194.97	1414995.17	CHlvso+SNglvr/2	CHERNOZEM	R	1.3
6	156125-1	2252524.04	1403684.44	CHccvr+LVcrsk/2R	CHERNOZEM	Ra	1.1
7	156125-2	2252524.04	1403684.44	CHccvr+LVcrsk/2R	CHERNOZEM	R	0.8
8	156125-3	2252524.04	1403684.44	CHccvr+LVcrsk/2R	CHERNOZEM	R	1
9	156125-4	2252524.04	1403684.44	CHccvr+LVcrsk/2R	CHERNOZEM	Ra	0.9
10	156125-5	2252524.04	1403684.44	CHccvr+LVcrsk/2R	CHERNOZEM	R	1.1
11	156126-1	2231362.31	1389021.61	LVsow+CMeucl/2	LUVISOL	R	1.3
12	156126-2	2231362.31	1389021.61	LVsow+CMeucl/2	LUVISOL	Cra	1.4
13	156126-3	2231362.31	1389021.61	LVsow+CMeucl/2	LUVISOL	Cra	1.5
14	156126-4	2231362.31	1389021.61	LVsow+CMeucl/2	LUVISOL	Ca	1.5
15	156126-5	2231362.31	1389021.61	LVsow+CMeucl/2	LUVISOL	R	1.4
16	156137-1	2224605.06	1389020.01	PHaplv+CMeu/2	PHAEZEM	Cr	1
17	156137-2	2224605.06	1389020.01	PHaplv+CMeu/2	PHAEZEM	C	0.8
18	156137-3	2224605.06	1389020.01	PHaplv+CMeu/2	PHAEZEM	C	0.7
19	156137-4	2224605.06	1389020.01	PHaplv+CMeu/2	PHAEZEM	C	0.8
20	156137-5	2224605.06	1389020.01	PHaplv+CMeu/2	PHAEZEM	Ca	0.8
21	156127-1	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	R	7.6
22	156127-2	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	R	8.4
23	156127-3	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	R	8.8
24	156127-4	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	R	9.3
25	156127-5	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	R	10.4
26	156127-6	2215960.96	1419071.31	SNaxszn+VRccsoh/3	SOLONETZ	Ca	7.3

La metodología de cálculo para estimar el **factor K** en el **SA** con el uso del **ArcGIS** fue la siguiente.

1. Con los valores de K para cada perfil se generó el ráster con la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Interpolation > IDW](#)].

La distribución gráfica del **factor K** en el **SA** se muestra en la figura siguiente.

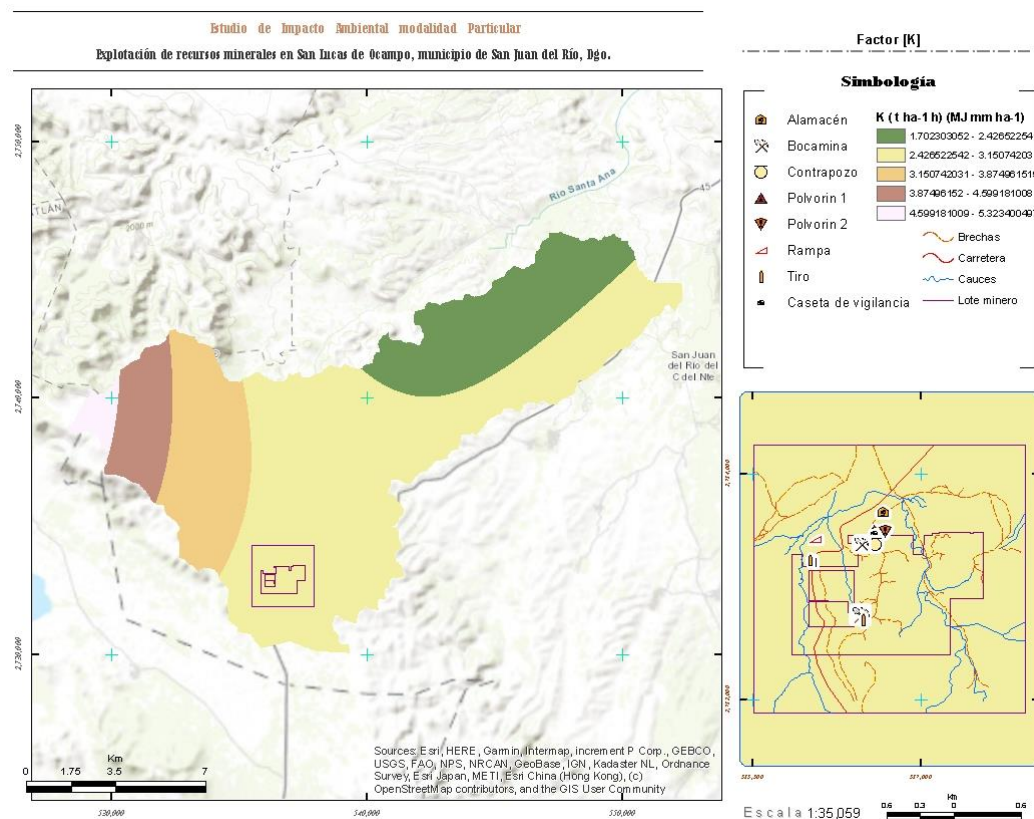


Figura 4-9. Representación del factor K en el SA

4.2.1.3.3.3 Factor topográfico

El **factor topográfico [LS]** considera la pendiente media de la ladera y su longitud; la longitud considera el efecto de la topografía sobre la erosión y la pendiente refleja la influencia del gradiente sobre la erosión ya que el potencial de erosión incrementa con la pendiente. La longitud (**L**) se define como la distancia horizontal entre el punto donde inicia el escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de producir la sedimentación o hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un curso bien definido (Foster *et al.*, 1977).

Para estimar el **factor L (longitud)** con información proveniente de los SIG, el área de drenaje aportadora se define con la expresión siguiente (Desmet y Govers, 1996, citado por Velásquez, 2008).

$$L = \frac{(A + D^2)^{m+1} - A^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$$

Donde; **A** = acumulación de flujo a nivel de pixel (celda), **D** = lado del pixel (m), **x** = coeficiente de forma ($x = 1$ para sistemas pixelados) y, **m** = valor ajustable dependiendo de la susceptibilidad del suelo a la erosión.

El valor del parámetro **m** se estima con la expresión siguiente.

$$m = \frac{F}{1+F}; \text{ donde: } F = \frac{\text{Seno}(\beta) / 0.0896}{3 * (\text{Seno}(\beta))^{0.8} + 0.56}$$

Donde; β = pendiente del terreno (radianes).

En tanto, el **factor S** (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster *et al.*, 1977).

$$S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Seno}(\beta) + 0.03; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Seno}(\beta) - 0.50; \Rightarrow \text{Tan}(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$$

Donde; β = pendiente del terreno (grados).

En la estimación del **factor S**, el ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL *et al.*, 1987, 1989, citado por Barrios y Quiñonez, 2000). Velásquez (2008) menciona que cuando se aplica esta fórmula con la herramienta [Raster Calculator] de ArcGIS se deberá convertir el ángulo a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

La metodología de cálculo para estimar el **factor LS** del **SA** en ArcGIS es la siguiente:

1. Con el **DEM** se generó el ráster de la **pendiente** (en **grados**) [**slope**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Surface > **Slope**].
2. Con el **DEM** se generó el ráster de la **dirección de flujo** [**flow_dir**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Hydrology > **Flow Direction**].
3. Con el ráster de la **dirección de flujo** se generó el ráster de la **acumulación de flujo** [**flow_acum**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Hydrology > **Flow Accumulation**].
4. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **parámetro F** [**par_f**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] $\{(\text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745), 0.8) + 0.56)\}$.
5. Con el ráster del **parámetro F** se generó el ráster del **parámetro M** [**par_m**] con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] $\{\text{"par_f"} / (1 + \text{"par_f"})\}$.
6. Entonces, el ráster del **factor L** se estimó con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] $\{(\text{Power}(\text{"flow_acum"} + 15 * 15, (\text{"par_m"} + 1)) - \text{Power}(\text{"flow_acum"}, (\text{"par_m"} + 1))) / (\text{Power}(15, (\text{"par_m"} + 2)) * \text{Power}(22.13, \text{"var_m"}))\}$ (15 = es el lado del pixel del DEM).
7. Con el ráster de la **pendiente** se generó el ráster del **factor S** con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] $\{\text{Con}((\text{Tan}(\text{"slope"} * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) - 0.5))\}$.
8. Finalmente, el ráster del **factor LS** se generó como resultado del producto del **factor L** y **factor S** con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Map Algebra > **Raster Calculator**] $\{\text{factor_l} * \text{factor_s}\}$. La distribución gráfica del **factor LS** del **SA** se muestra en la figura siguiente:

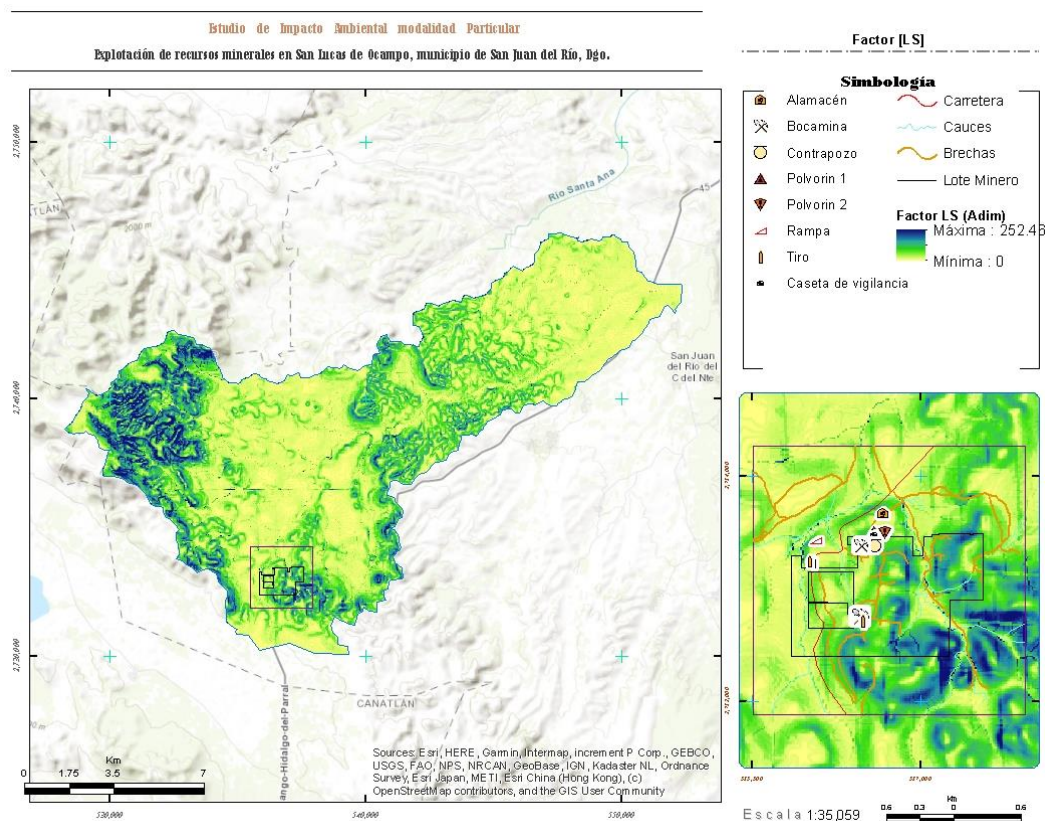


Figura 4-10. Representación del factor LS en el SA

4.2.1.3.3.4 Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo

El factor **manejo de cultivo y cobertura de suelo [C]**, es la relación de pérdidas de un terreno cultivado en condiciones específicas, con respecto a las pérdidas de un suelo desnudo y con barbecho continuo en las mismas condiciones de suelo, pendiente y lluvia (Wischmeier y Smith, 1978). El valor de **factor C** depende de las combinaciones entre cobertura, secuencia de cultivos y prácticas de manejo de un lugar en particular. También depende del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo. Figueroa *et al.* (1991) presentan los valores del **factor C** de acuerdo a la cobertura vegetal, y en este trabajo se utilizó dichos valores.

El valor del **factor C** es cada vez menor a medida que haya una mayor cobertura vegetal sobre el terreno, de esta manera los valores fluctúan entre 0.0 y 1.0, considerando a un terreno totalmente protegido con 0.0 y uno totalmente desprotegido con el valor de 1.0 (Becerra, 2005), de esta manera para México se determinaron los valores como se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-18. Valores del factor C

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
1	Agricultura de humedad	0.25	9	Bosque de mesófilo de montaña	0.01
2	Agricultura de riego	0.55	10	Bosque de oyamel	0.01
3	Agricultura de temporal	0.75	11	Bosque de pino	0.01
4	Bosque de Ayarín	0.01	12	Bosque de pino-encino	0.01
5	Bosque de cedro	0.01	13	Bosque de táscate	0.01
6	Bosque de encino	0.1	14	Chaparral	0.65
7	Bosque de encino-pino	0.01	15	Cuerpos de agua	1
8	Bosque de galería	0.1	16	Manglar	0.1

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
17	Matorral crasicaule	0.65
18	Matorral de coníferas	0.2
19	Matorral desértico micrófilo	0.25
20	Matorral desértico rosetófilo	0.25
21	Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
22	Matorral rosetófilo costero	0.25
23	Matorral sarcocaula	0.25
24	Matorral sarco-crasicaule	0.25
25	Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
26	Matorral submontano	0.35
27	Matorral subtropical	0.12
28	Mezquital	0.65
29	Palmar inducido	0.75
30	Palmar natural	0.75
31	Pastizal gipsófilo	0.25
32	Pastizal halófilo	0.25
33	Pastizal inducido	0.02
34	Pastizal natural	0.07
35	Popal	0.85
36	Pradera de alta montaña	0.05
37	Sabana	0.54
38	Sabanoide	0.54
39	Selva alta perennifolia	0.45
40	Selva alta subperennifolia	0.45
41	Selva baja caducifolia	0.5
42	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
43	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
44	Selva mediana caducifolia	0.45
45	Selva mediana perennifolia	0.45
46	Selva mediana subcaducifolia	0.45
47	Sin Vegetación	1
48	Tular	0.1
49	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
50	Vegetación de dunas costeras	0.85
51	Vegetación de galería	0.85
52	Vegetación halófila	0.85
53	Zona urbana	0.005

FUENTE: [HTTP://WWW.PTOLOMEO.UNAM.MX:8080/XMLUI/BITSTREAM/HANDLE/132.248.52.100/2831/RAMIREZLEON.PDF?SEQUENCE=1]

La metodología de cálculo para estimar el factor **C** del **SA** en **ArcGIS** es la siguiente;

1. Se clasificó el shape de **vegetación y uso de suelo** del **SA** considerando los valores del cuadro anterior.
2. Se generó el ráster del **Factor C** a partir de la clasificación del shape de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [Conversion Tools > To Raster > Feature to Raster].

La distribución gráfica del **factor C** del **SA** se puede observar en la figura siguiente.

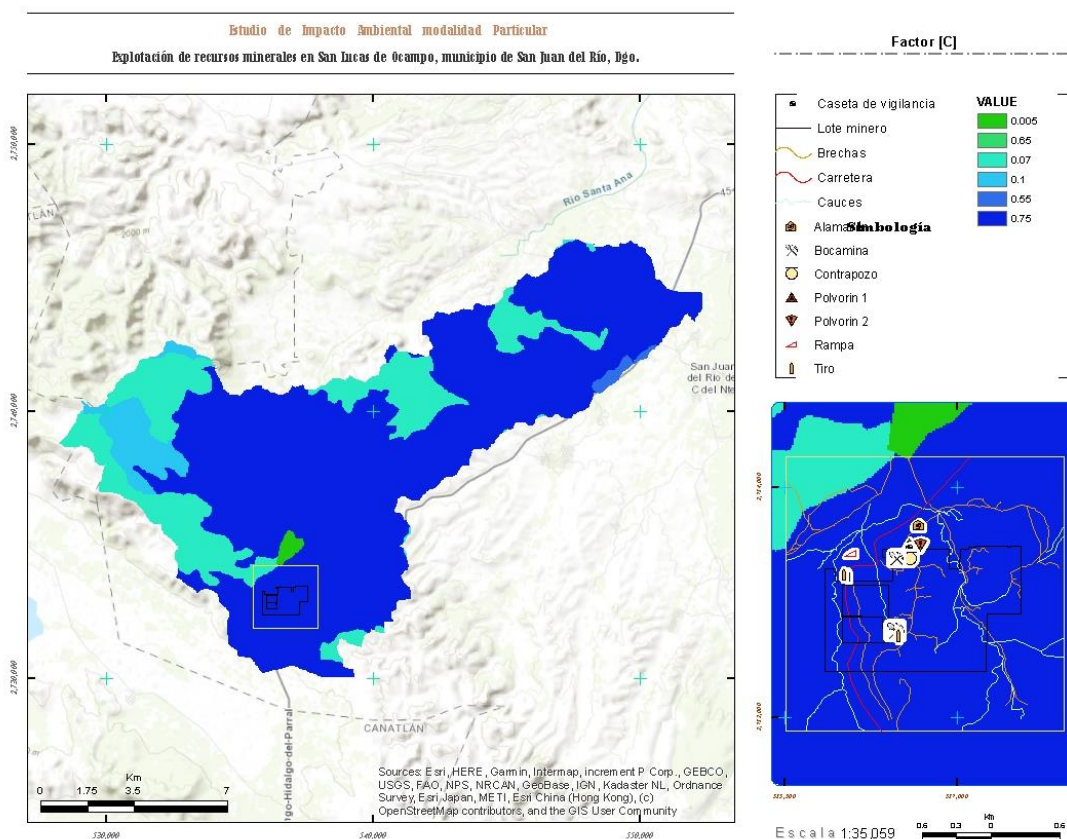


Figura 4-11. Representación del factor C en el SA

4.2.1.3.3.5 Factor de prácticas mecánicas de manejo del suelo

El factor **prácticas mecánicas del suelo [P]**, indica la proporción del suelo perdido en las prácticas mecánicas de manejo del suelo específicas con relación a las pérdidas de suelo en cultivos a lo largo de la pendiente (Wischmeier y Smith, 1978). Las prácticas más importantes para reducir el escurrimiento de agua y por consecuencia la erosión del suelo es; el surcado en contorno, el cultivo en fajas en contorno y las terrazas. Figueroa *et al.* (1991) presentaron cuadros con el valor de **P** para cada una de estas prácticas de acuerdo con su combinación con las condiciones de pendiente, longitud máxima del surcado, rotación de cultivo, sistema de labranza, número de fajas, ancho de fajas y su longitud máxima, intervalo horizontal de las terrazas. Para el cálculo de la erosión hídrica a nivel **SA**, el valor de **P** se asume como 1.

Cuadro 4-19. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López et al., 2003)

Código de Práctica	Práctica	Valor de P				
	Código de eficiencia	Máximo	1	2	3	Mínimo
1	Surcado al contorno	0.75	0.8	0.85	0.9	5

Código de Práctica	Práctica	Valor de P				
		Máximo				Mínimo
	Código de eficiencia	1	2	3	4	5
2	Surcos rectos	0.8	0.85	0.9	0.95	
3	Franjas al contorno*	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
4	Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.5				
5	Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6				
6	Terrazas (mayor de 13 %)	0.8				
7	Terrazas de Banco	0.1				
8	Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05				
9	Surcado lister	0.5				
10	Ripper	0.6				
11	Terrazas de Zing	0.1				

4.2.1.3.3.6 Estimación de la erosión potencial

Determinar la erosión potencial es de importancia para encontrar los factores C y P, que pueden reducir la erosión a niveles tolerables (Wischmeier, 1976). También es un indicador de aquellas zonas donde los factores [R, K y LS] promueven con mayor intensidad la pérdida de suelo. Para su estimación en este trabajo fue el resultado de la multiplicación de los factores [R, K, LS], en la calculadora ráster [[Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator](#)] de **ArcGIS**. Para estimar la tasa de erosión potencial promedio en el **SA**, ésta se reclasificó con la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify](#)] considerando la clasificación de la FAO, los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-20. Erosión potencial hídrica en el SA

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie (ha)	%
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 - 8	4	0.02	0.000
Ligera	2	8 - 10	9	1010.39	6.498
Moderada	3	10 - 50	30	1219.53	7.843
Alta	4	50 - 200	125	6037.54	38.828
Muy alta	5	> 200	200	7282.13	46.832
Promedio ponderado			144.940	15549.60	

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor superficie del **SA** tiene una susceptibilidad **alta** a la erosión (38.8%), dado al efecto que tiene el factor **LS** para acelerar la erosión. Entonces, ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Zonal > Zonal Geometry as Table](#)] de **ArcGIS**, se estimó un valor de erosión media de **144.940 ton / ha / año**.

4.2.1.3.3.7 Estimación de la erosión actual

La tasa de erosión hídrica actual en el **SA**, es una de las variables más importantes a considerar para recomendar las prácticas más idóneas para la conservación del suelo y del agua. La estimación de la erosión actual fue el resultado de la multiplicación de los factores [R, K, LS, C], en la calculadora ráster [[Spatial Analyst Tools/Map Algebra/Raster Calculator](#)] de **ArcGIS**. Para la estimación del valor promedio en el **SA** se reclasificó de acuerdo a las categorías de la FAO con la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify](#)]. Los resultados de la erosión hídrica actual se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-21. Grado de erosión hídrica actual en el SA

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie (ha)	%
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 - 2	2	170.80	1.098
Ligera	2	2 - 10	6	1638.06	10.534
Moderada	3	10 - 50	30	3383.08	21.757
Alta	4	50 - 200	125	6389.60	41.092
Muy alta	5	> 200	200	3968.07	25.519
Promedio ponderado			109.583	15549.6	

Los resultados demuestran que el mayor porcentaje de la superficie del **SA** se clasifica en los rangos de erosión **alta**. Ponderando la tasa de erosión por la superficie se estimó un promedio de **109.58 ton / ha /año**.

La distribución gráfica del grado de erosión hídrica actual se puede observar en la figura siguiente.

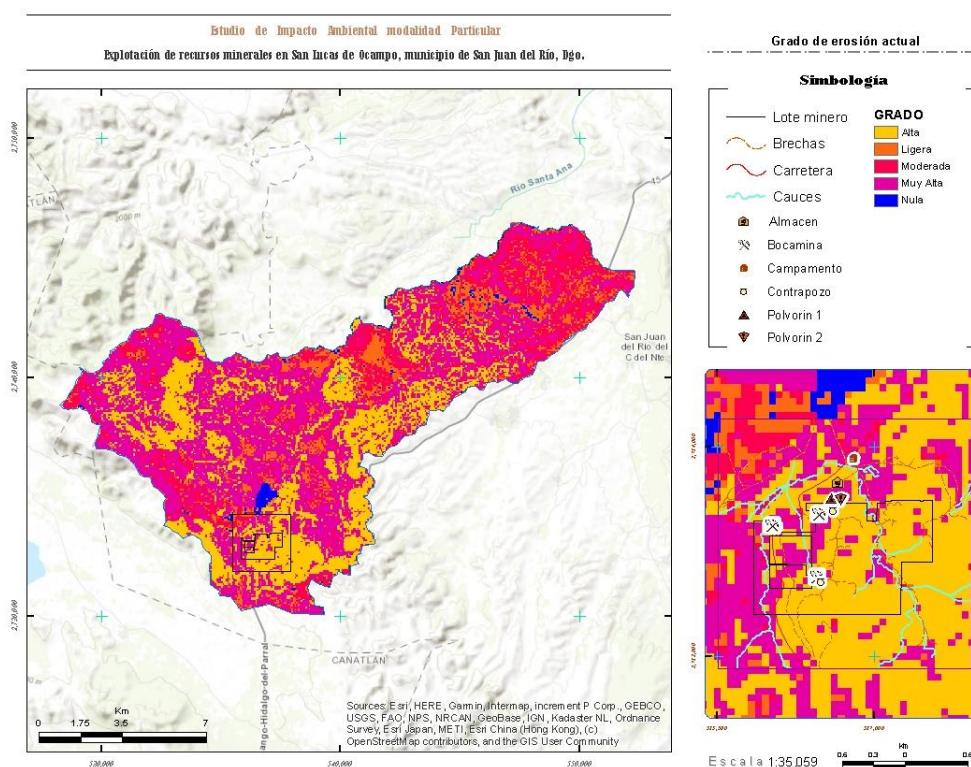


Figura 4-12. Erosión hídrica actual del SA

4.2.1.3.4 Estado de conservación del suelo

La **LBDTD** integró un indicador de degradación de tierras, el cual se obtuvo de combinar las capas temáticas de los indicadores integrados a los recursos: a) bióticos; b) hídricos y c) edáficos. Como resultado de la sobreposición de los indicadores mencionados, se obtuvieron unidades cartográficas que contienen la información referente a cada tipo de degradación, y el nivel de degradación dominante se definió por el criterio de factor más limitativo definido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en la Clasificación de Capacidad de uso de las tierras (Klingebiel y Montgomery, 1966).

En la figura siguiente se muestra el criterio para definir la clase de degradación de cada una de las unidades cartográficas resultantes de la sobre posición de los tres indicadores señalados. En la parte superior los niveles de

degradación asociado al componente edáfico y en la parte lateral izquierda se incluyen los niveles de degradación primero del recurso biótico seguido de los niveles del componente hídrico.

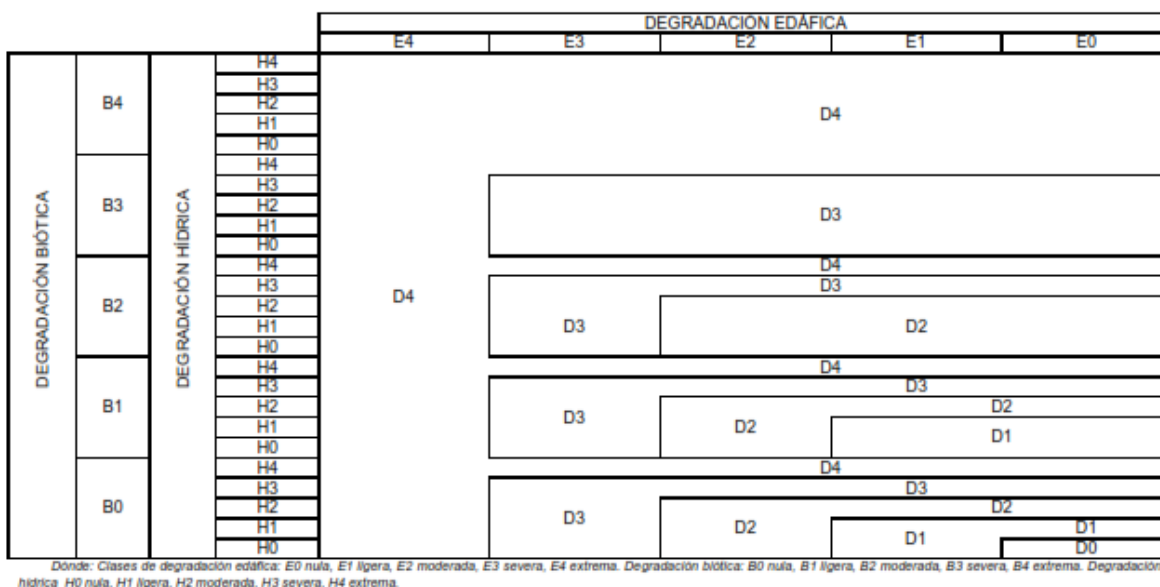


Figura 4-13. Esquema de integración de la degradación de los recursos bióticos, edáficos e hídricos

De la capa del grado de degradación del suelo, se hizo un recorte para la zona de estudio; es importante señalar que cada unidad cartográfica conserva la base de datos de los tres indicadores, por lo que se puede conocer a detalle las características de cada factor que se incluyen en la definición de los indicadores integrados bióticos, hídricos y edáficos. En conclusión, para el SA, el 37.88% de la superficie corresponde a la categoría degradación de los recursos bióticos, seguida por la degradación de los recursos edáficos y sin degradación (28.51 y 25.19%). Las categorías se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-22. Grado de degradación en el SA

Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
D0	Sin degradación aparente	3916.8	25.19
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos bióticos	414.8	2.67
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos bióticos	12.3	0.08
D3	Degradación severa por degradación de los recursos bióticos	5890.9	37.88
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos bióticos	79.2	0.51
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos hídricos	21.6	0.14
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos bióticos e hídricos	7.5	0.05
D1	Degradación ligera por degradación de los recursos edáficos	720.2	4.63
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos edáficos	4433.4	28.51
D2	Degradación moderada por degradación de los recursos edáficos y bióticos	6.2	0.04
D3	Degradación severa por degradación de los recursos edáficos	46.7	0.30
D3	Degradación severa por degradación de los recursos edáficos y bióticos	0.0	0.00
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos edáficos	0.0	0.00
D4	Degradación extrema por degradación de los recursos edáficos y bióticos	0.0	0.00
Total		15549.6	

Se ha considerado que la conservación del suelo tiene una relación directa con su degradación o deterioro; por lo tanto, si consideramos una escala directamente relacionada al grado de afectación: tendríamos Alta, Moderadamente Alta, Media, Baja y Muy baja, pudiendo establecer que el **nivel de conservación del SA es Alto**, aunque se tiene

áreas identificadas con algún grado de deterioro. La distribución del grado de degradación en el SA se muestra en la figura siguiente.

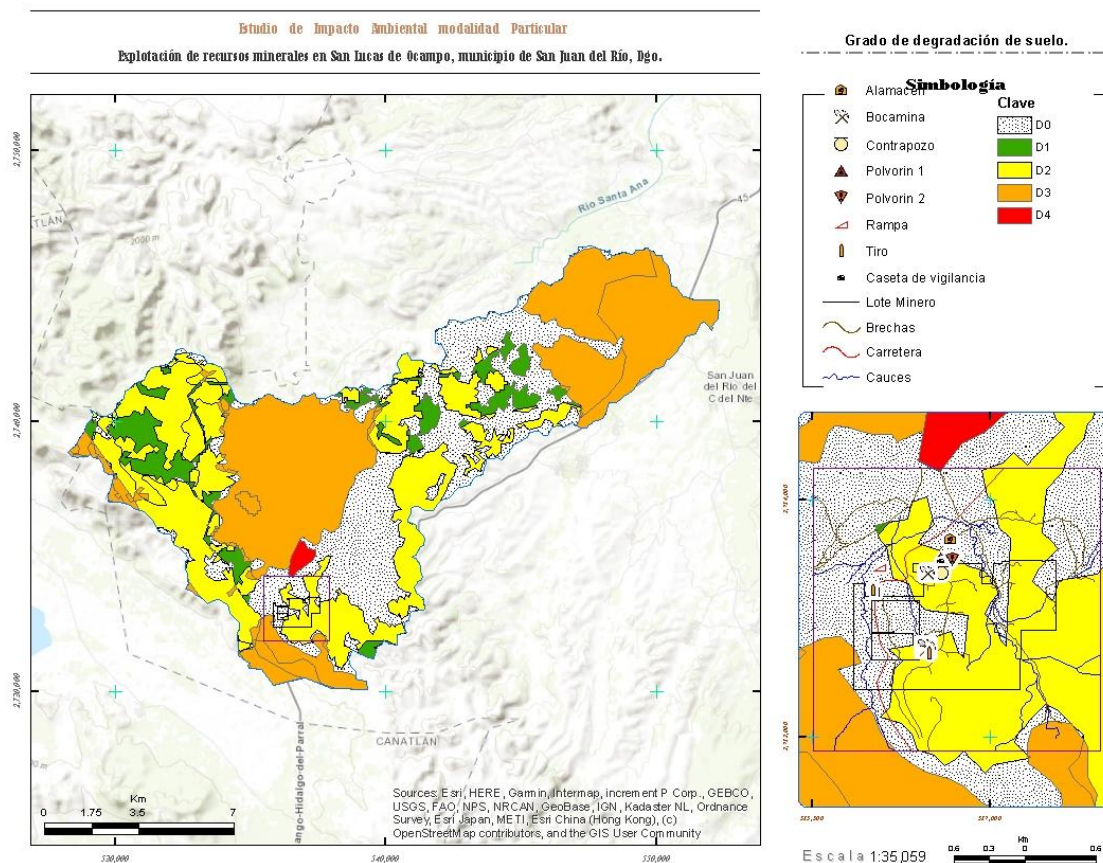


Figura 4-14. Grado de degradación en el SA

4.2.1.4 Hidrología

De acuerdo a la clasificación mostrada en las cartas de aguas superficiales y subterráneas escala 1:250 000; **G13-07** y **G13-10**, el área de influencia por unidad ambiental está ubicada dentro del marco hidrográfico que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-23. Marco hidroológico por unidad ambiental

Nivel	Clave	Nombre
Región hidrológica	36	Nazas-Aguanaval
Cuenca	B	Río Nazas-Rodeo
Subcuenca	b	R. de San Juan
Microcuenca	36-150-01-086	DIEZ DE OCTUBRE (SAN LUCAS DE OCAMPO)

4.2.1.4.1 Hidrología superficial

Al río Nazas se le conoce con este nombre en los estados de Durango y Coahuila, se tiene su origen en parte alta de la Sierra Madre Occidental y la unión de las aguas de los Ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco (SEMARNAT, 2016). La distribución de la red hidrológica del **SA** se puede observar en la ilustración siguiente.



El porcentaje que representa el agua empleada en usos productivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Si el porcentaje es mayor al 40%, entonces se ejerce una fuerte presión sobre el recurso (CONAGUA, EAM - 2015). Como se puede ver en la imagen siguiente, el grado de presión sobre los recursos hidrológicos en la Región Administrativa VII de la CONAGUA, es catalogada con un grado de presión **ALTO**.



La hidrología subterránea para el **SA** según las cartas de aguas subterráneas de INEGI, corresponde a sitios con materiales consolidados de posibilidad baja, aunque no se descarta la posibilidad de que en algunas partes se encuentren rocas almacenadoras, donde la mayor parte funciona como zona de recarga de manantiales de agua dulce,

en el sitio no se da uso a las aguas subterráneas, además no se encuentran pozos perforados para el aprovechamiento del agua, el agua para consumo humano se obtiene de manantiales, en la mayoría de los casos acarreada por gravedad a través de tubería de poliducto y la agricultura que se practica es de temporal.

Según el atlas de la CONAGUA (AAM, 2015) 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 ese momento se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos. Según la publicación al 31 de diciembre de 2014, **la cuenca del Río Nazas-Aguanaval no figura entre los acuíferos de condición de déficit.**

Otro factor importante a considerar es la sobreexplotación de acuíferos; de acuerdo con los resultados de los estudios recientes de la CONAGUA (AAM, 2015), se define si los acuíferos se consideran sobreexplotados o no, en función de la relación extracción/recarga; en este sentido, a nivel subcuenca el aprovechamiento del agua se da a nivel superficial, por lo que se puede establecer que no existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos.

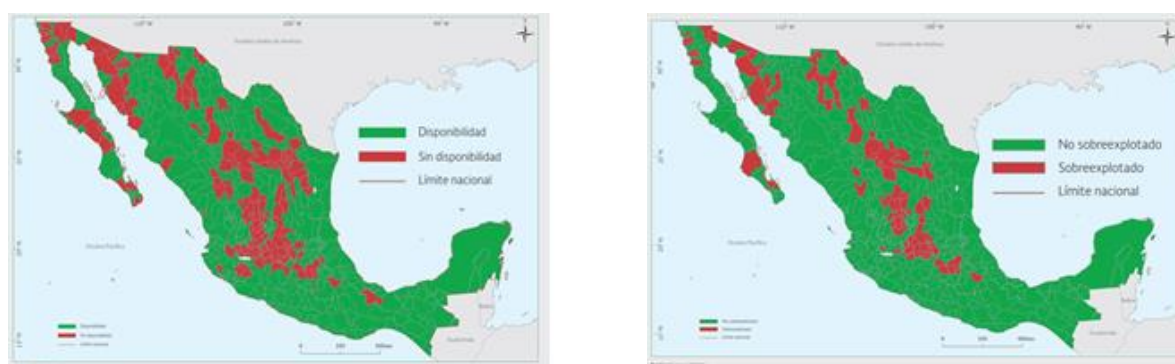


Figura 4-17. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014

4.2.1.4.4 Uso del Agua

El uso del agua es para consumo humano y animal, también existen zonas de manantiales y arroyos permanentes, sin embargo, en las partes bajas se aprovecha el agua para la agricultura de riego. No existen obras para el almacenamiento del agua en el SA (presas). En el plano del Anexo 3.1 se muestra la ubicación SA en su contexto hidrológico.

4.2.2 Aspectos bióticos

4.2.2.1 Vegetación

4.2.2.1.1 Tipos de vegetación

De acuerdo a la clasificación utilizada en la carta de vegetación serie VI escala 1:250 000 y a la guía para la interpretación de cartografía (INEGI, 2014), en el SA se encuentran los tipos de suelo y vegetación que se describen en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-24. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental

Clave	Tipo de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	%
TA	Agricultura de Temporal	6668.10	42.88
PN	Pastizal Natural	3476.05	22.35
BQ	Bosque de Encino	98.52	0.63
MC	Matorral Crasicaule	4988.72	32.08
RA	Agricultura de Riego	318.21	2.04
	Total	15549.49	

Las características más importantes para cada uno de los tipos de vegetación se describen a continuación:

BOSQUE DE ENCINO

El bosque de encino se ubica en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que oscila entre 10° a 26° C.; su precipitación media anual que va de 350 a 2 000 mm. Su rango altitudinal varía de 0 a 3000 m de altitud, prefiere la exposición norte y oeste. Se desarrolla sobre roca madre, rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros. Crece en diversas condiciones ecológicas, son considerados bosques de transición entre los bosques de coníferas y las llanuras. Está constituido por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*; con una altura de 4 a 30 m; cuya densidad es variable.

Matorral Crasicaule

Los matorrales crasicaules se ubican en climas áridos y semiáridos que pueden variar desde muy caluroso en las planicies costeras hasta relativamente fresco en las partes altas. desde el nivel del mar hasta 3,000 msnm, pero generalmente por debajo de esta altitud. En zonas con precipitación inferior a 700 mm y con 7 a 12 meses secos por año, en amplias extensiones su precipitación es de 300 a 400 mm. La temperatura promedio de 12 a 26° C Algunas especies comunes son: *Opuntia spp.*, *Carnegiea gigantea*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*.

Matorral Desértico Rosetofilo

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado. Se le encuentra generalmente sobre xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país. Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Euphorbia antisiphylitica* (Candelilla), *Parthenium argentatum* (Guayule), *Yucca carnerosana* (Palma samandoca), etcétera.

Matorral Desértico Micrófilo

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

La fisonomía predominante para este tipo de matorral, dentro de la subcuenca está formado por más del 70% de plantas espinosas. Entre los matorrales de este tipo son frecuentes los de *Acacia farnesiana* (Huizache), *Prosopis spp.* (Mezquite), *Mimosa spp.* (Uña de Gato), *Acacia amentacea*, *Acacia vernicosa* (Chaparro prieto).

Matorral Submontano

Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos, el terreno es de superficie pedregoso y textura fina y es común encontrar plantas creciendo sobre rocas. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, y en suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca. Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y comúnmente presentan afloramientos de roca madre, correspondiendo a los tipos de suelos Leptosoles y Regosoles.

Sus principales componentes pueden ser los siguientes: *Helietta parvifolia* (barreta), *Neopringlea integrifolia* (Corva de gallina), *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Pithecellobium pallens* (Tenaza), *Acacia rigidula* (Gavia), *Gochnatia hypoleuca* (Ocotillo, olivo) *Karwinskia spp.* (Limoncillo), *Capparis incana* (Vara blanca), *Rhus virens* (Lantrisco), *Flourensia laurifolia*, *Mimosa leucaeneoides*, *Mortonia greggi* (Afinador), *Zanthoxylum fagara*, etcétera.

La fisonomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5.0 m y alcanza una cobertura hasta del 70%. Lo caracteriza *Helietta parvifolia* (Barreta), rutácea inerme que le da a la vegetación una estructura relativamente uniforme, pues normalmente es la única dominante, aunque en ocasiones *Acacia berlandieri* (Huajillo) es igual de importante. Las plantas prevalecientes del estrato arbustivo medio (0.5 a 2 m de alto) son: *Leucophyllum frutescens* y *Acacia rigidula*. Su cobertura varía de 50 a 80%. El estrato inferior, menor a 0.5 m de altura, es diverso tanto en especies como en cobertura; es notable en los claros de la vegetación, donde *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisyphilitica* (Candelilla) y las gramíneas amacolladas de los géneros *Bouteloua*, *Tridens* y *Aristida* son los elementos más importantes.

Mezquital

Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2,300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia sp.*, *Opuntia sp.*, *Jatropha sp.*, y *Bouteloua sp.*

Pastizal natural

Estos ecosistemas están constituidos por comunidades herbáceas en las que predominan las gramíneas y las graminoides, en algunos casos son de origen natural, pero en otros, obedece a condiciones de perturbación por sobrepastoreo. Los pastizales naturales se encuentran en regiones semiáridas y de clima templado frío. Están muy extendidos en el norte del país y cubren amplias zonas en Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco. Se encuentran entre los 1,100 y 2,500 m, aunque también pueden encontrarse en menor altitud. Los pastizales naturales algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral

4.2.2.1.2 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 que destacan para el aprovechamiento son: *Euphorbia antisiphylitica*, *Gochnatia hypoleuca*, *Capparis incana*, *Acacia berlandieri*, *Prosopis juliflora*, *Acacia spp*, *Opuntia sp*, *Jatropha sp*, *Bouteloua spp*, *Agave lechuguilla*. Además, existen plantas silvestres que se utilizan como comestibles, medicinales, ornamentales, y forrajeras, tratadas en el punto anterior.

4.2.2.1.3 Especies en la NOM - 059

Las especies registradas en el sitio fueron cotejadas con el listado de las especies con algún status de protección especial en la [NOM-059](#), no se encontró que alguna especie que esté sujeta protección especial.

4.2.2.2 Fauna

En la actualidad en esta área se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades a desarrollar, ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat en la zona por perturbaciones del hombre.

Del análisis de la fauna existente a nivel cuenca, con respecto al SA y al sitio, se puede establecer que: de la totalidad de la fauna que coexiste en la subcuenca, alrededor de 43 especies de las diferentes clases, a nivel Sistema Ambiental

solo se registró el 31%, mientras que a nivel sitio solo se registró el 13.95% del total. La distribución de las especies en el espacio analizado se muestra en la gráfica siguiente:

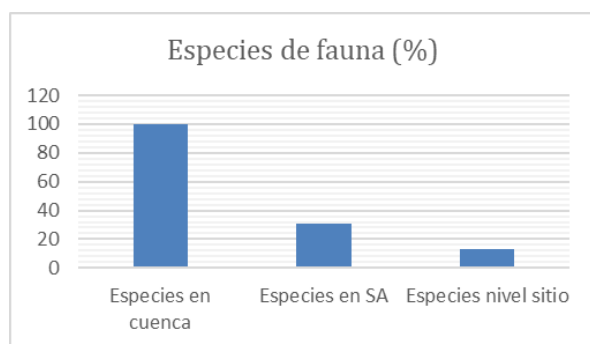


Figura 4-18. Distribución de las especies en el espacio geográfico

4.2.2.2.1 Aves

Las aves son animales vertebrados, con extremidades anteriores modificadas como alas, con el cuerpo recubierto de plumas, poseen un pico córneo sin dientes, se reproducen por medio de huevos.

Cuadro 4-25. Lista de especies de aves reportadas en el SA

No.	Clase	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Registro SA
1	AVES	<i>Zenaida macroura</i>	Güilota		No endémica	
2	AVES	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma Alas Blancas		No endémica	1
3	AVES	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz Escamosa		No endémica	
4	AVES	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Común		No endémica	
5	AVES	<i>Corvus corax</i>	Cuervo		No endémica	2
6	AVES	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero Negro		No endémica	
7	AVES	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos		No endémica	
8	AVES	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote		No endémica	2
9	AVES	<i>Cathartes aura</i>	Aura		No endémica	2
10	AVES	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán Rastrero		No endémica	
11	AVES	<i>Tyto alba</i>	Lechuza Comun		No endémica	
12	AVES	<i>Otus flammeolus</i>	Tecolotito Ojos Pardos		No endémica	
13	AVES	<i>Columbina inca</i>	Coquita Común		No endémica	
14	AVES	<i>Stellula calliope</i>	Colibrí Matraquita		No endémica	
15	AVES	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbón Garganta Roja		No endémica	
16	AVES	<i>Contopus pertinax</i>	Tengo Frio Comun		No endémica	
17	AVES	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero Gris		No endémica	
18	AVES	<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador Corona Castaña		No endémica	
19	AVES	<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador Pardillo		No endémica	
20	AVES	<i>Oriturus superciliosus</i>	Gorrion de Antojos		No endémica	
21	AVES	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Halcón Harris o Aguillita Rojinegra	Pr	No endémica	1

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial.

4.2.2.2.2 Anfibios y reptiles

Los *anfibios* son animales vertebrados, ectotérmicos, con respiración branquial durante la fase larvaria y pulmonar al alcanzar su estado adulto, adaptados tanto en al medio acuático como en el terrestre y, los *reptiles* son animales vertebrados, exotérmicos con mandíbulas y pulmones bien desarrollados.

Cuadro 4-26. Lista de especies de anfibios y reptiles reportados en el SA

No.	Clase	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Registro SA
1	ANFIBIOS	<i>Lithobates pipiens</i>	Rana		No endémica	
2	ANFIBIOS	<i>Bufo Punctatus</i>	Sapo		No endémica	
3	ANFIBIOS	<i>Bufo Mexicanus</i>	Sapo mexicano		No endémica	
4	REPTILES	<i>Phrynosoma douglassii</i>	Lagartija Espinoza		No endémica	
5	REPTILES	<i>Phrynosoma modestum</i>	Lagartija Comuda Cola Redonda		No endémica	
6	REPTILES	<i>Crotaphytus collaris</i>	Lagartija de Collar Común		No endémica	
7	REPTILES	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Escamosa de Mezquite		No endémica	
8	REPTILES	<i>Phrynosoma cornutum</i>	Camaleón		No endémica	
9	REPTILES	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de Cascabel	Pr	Endémica	1

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial

4.2.2.2.3 Mamíferos

Los mamíferos son todos aquellos animales vertebrados, cuadrúpedos, con pelo y glándulas mamarias y vivíparos.

Cuadro 4-27. Lista de especies de mamíferos reportadas en el SA

No.	Clase	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Registro SA
1	MAMIFEROS	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago Trompudo	A	No endémica	
2	MAMIFEROS	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago Moreno		No endémica	
3	MAMIFEROS	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo		No endémica	3
4	MAMIFEROS	<i>Lepus callotis</i>	Liebre		No endémica	4
5	MAMIFEROS	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo de Espalda Blanca		No endémica	
6	MAMIFEROS	<i>Canis latrans</i>	Coyote		No endémica	2
7	MAMIFEROS	<i>Urocyon cinereo argentatus</i>	Zorra		No endémica	
8	MAMIFEROS	<i>Lynx rufus</i>	Gato Montes		No endémica	
9	MAMIFEROS	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado		No endémica	
10	MAMIFEROS	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		No endémica	
11	MAMIFEROS	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Comun		No endémica	
12	MAMIFEROS	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza Mexicana		No endémica	
13	MAMIFEROS	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata de Campo		No endémica	

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial; SC = Sin Categoría

4.2.2.2.4 Especies de importancia económica

Según el calendario de épocas hábiles y lista de especies de aves canoras y de ornato para captura con fines de subsistencia para la temporada 2018-2019, emitido por la SEMARNAT, se tiene 11 especies de importancia cinegética a nivel SA y 2 especies a nivel sitio (AI), los detalles del inicio y fin de la temporada, así como los límites máximos permisibles de posesión, se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-28. Especies de aves incluidas en el CEHACO 2016-2017 de la SEMARNAT

GRUPO	Especie	INICIA	TERMINA	LÍMITE DE POSESIÓN	SA
AVES	<i>Callipepla squamata</i>	tercer viernes de octubre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	10	7
AVES	<i>Zenaida asiática</i>	cuarto viernes de noviembre de 2019	cuarto domingo de enero de 2020	30	7
AVES	<i>Zenaida macroura</i>	cuarto viernes de noviembre de 2019	primer domingo de marzo de 2020	30	8
MAMÍFEROS	<i>Sylvilagus floridanus</i>	primer viernes de octubre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	6	4
MAMÍFEROS	<i>Canis latrans</i>	primer viernes de octubre de 2016	primer domingo de marzo de 2017	1	2
MAMÍFEROS	<i>Lynx rufus</i>	cuarto viernes de noviembre de 2016	tercer domingo de enero de 2017	1	1
MAMÍFEROS	<i>Lepus californicus</i>	segundo viernes de octubre de 2016	primer domingo de febrero de 2017	4	6
MAMÍFEROS	<i>Procyon lotor</i>	segundo viernes de octubre de 2016	primer domingo de febrero de 2017	1	1

4.2.2.2.5 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

Se realizó una comparación del listado exhibido en los cuadros anteriores respecto al listado de la **NOM-059** donde se encontró que algunas especies pertenecen a un status especial; de las especies reportadas en el **SA** (recuento inicial) se identificaron 2 especies de las cuales 1 corresponden a la clase AVES, sin embargo, esto no quiere decir que vayan a ser afectadas, sino únicamente se tiene registro de ellas en la región. Por su parte en el muestreo de fauna que se realizó a nivel **SA**, se identificaron únicamente 1 especies en alguna categoría de riesgo, 1 reptil. la comparación de las especies según el espacio se muestra en la gráfica siguiente:

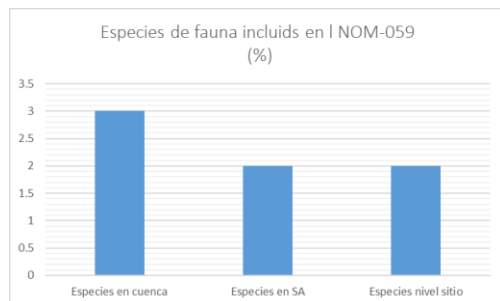


Figura 4-19. Distribución de las especies en categoría de riesgo en el espacio geográfico

Como medida de mitigación, en caso de que se detecte la presencia de alguna de estas especies, se tomarán las medidas respectivas para proteger su hábitat y distribución, aplicando el programa de rescate y reubicación de especies en riesgo, el cual será descrito a detalle en los siguientes apartados.

Cuadro 4-29. Especies de fauna presentes a nivel regional con algún estatus en la NOM – 059

Clase	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059	Endemismo	Registro SA
AVES	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Halcón Harris o Aguillilla Rojinegra	Pr	No endémica	1
REPTILES	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel ceniza o diamante	Pr	No endémica	1
MAMÍFEROS	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Mosquero gris	A	No endémica	

A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción; Pr = Sujeta a Protección Especial

4.2.3 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 a los rasgos 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.

Considerando la infraestructura a desarrollar, éste modificará el paisaje de manera puntual, sin embargo, el uso propuesto dará oportunidad a que los habitantes de la región mejoren su calidad de vida, y el impacto visual que se tendrá será rápidamente adoptado por los habitantes de la región.

Se analizó el paisaje local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio 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 obras y actividades pudiera tener sobre 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 humanas 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 **SA**, previo a la construcción y operación de la obra en el sitio evaluado.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona eminentemente forestal, con actividades agrícolas y ganaderas de autoconsumo. En su microclima se analizaron los aspectos climáticos que influyen en la zona; en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin que la infraestructura a construir, resultará funcional y costeable en su etapa de operación; con respecto a su hidrología, se prevé que el desalojo de sus aguas pluviales que inciden en la zona, sea adecuado; ya que el flujo del agua no se verá afectado; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas que dieron origen a suelos de la clase de **cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles y umbrisoles**, se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con lo 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, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal.

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 o mosaico 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 4-30. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del sitio

Criterios estéticos	Valoración numérica	Descripción de la valoración
A	2	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efímeros) cercanos al sitio.
C	2	El sitio está compuesto de composiciones arbóreas, arbustivas y herbáceas.
D	2	En todo el sitio se presenta el relieve poco accidentado.
Promedio	2	En términos generales la calidad visual puede considerarse como moderadamente ALTA

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:

- i). La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales de la obra que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la *altura de la vegetación* y el *relieve de la zona*.
- ii). 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 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 preceptos 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 4-31. Valoración de la fragilidad del paisaje

Fragilidad	Criterios	Valoración numérica	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	3	Debido a que se trata de formaciones vegetales bien consolidadas (Matorrales crasicaules, desértico micrófilo y el desértico rosetófilo,) la fragilidad será mayor.
	Pendiente	2	Al desarrollarse la obra en una zona con una pendiente ligera, la fragilidad se considera como media.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	3	Al tratarse de la zona eminentemente urbana, dónde las poblaciones rebasan las 1000 personas, y en términos, puede considerarse un valor mayor para este criterio.
	Promedio	2.6	En términos generales la calidad visual puede considerarse como Media

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, los núcleos urbanos y está en función de la distancia. Se utilizó la visibilidad con el objeto de obtener una valoración del paisaje del **AI** 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 puntual, donde existen atributos ambientales importantes.

El estudio de visibilidad se realizó a partir de las cuencas visuales contempladas desde los núcleos rurales menores de 200 habitantes y de las vías de comunicación que dan acceso al sitio 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: de 3.1 a 5 km de distancia.

En este caso, el análisis de visibilidad se realizó desde unos lomeríos cercanos a los poblados. Su valoración se puede definir como **Media** ya que el **AI** en su mayoría se encuentra en terrenos con poco relieve y cubierta vegetal muy baja y permiten tener una visibilidad del paisaje.

Conclusiones de la valoración del paisaje

En base a la valoración anteriormente descrita, se concluye que las características del paisaje presentes en el **AI** son: **calidad visual moderadamente alta**, como resultado de su localización en una zona eminentemente forestal (con perturbaciones antropogénicas por el desarrollo de la agricultura y ganadería); **fragilidad visual media**, como resultado del relieve accidentado, conformación y estructuración de la vegetación presente en el sitio; y **visibilidad media** por su ubicación desde las partes altas de la microcuencas hidrográfica. Por tanto, el **AI** no implica un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes no se verán modificadas en importancia significativa los impactos serán en una zona muy puntual con escasa infraestructura caminera o de medios de comunicación.

Descripción del sistema ambiental regional del paisaje

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben (principalmente los tipos de vegetación y uso de suelo). Debido a la magnitud de la obra (muy puntual), el impacto paisajístico producido va a ser **perceptible** en función las condiciones locales de la zona afectada (por la cantidad de habitantes de la región y/o actividades productivas desarrolladas).

El impacto regional que se espera sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ✓ La presencia de vehículos traerá más movimiento antropogénico a la zona, por lo tanto, habrá más presión sobre el componente faunístico que lo ahuyentará de manera puntual.
- ✓ La contaminación provocada por el hombre traerá impactos negativos a la calidad visual regional.

Finalmente, a nivel regional no se presentará un impacto visual significativo debido a la conformación topográfica regional y al tipo de vegetación prevaleciente, que solo se alcanzará a percibir desde un radio menor a 2 km de distancia.

4.2.4 Medio socioeconómico

A continuación, se presentan los rasgos más importantes que ayudarán a la caracterización del medio socioeconómico, y posteriormente identificar los impactos y medidas de prevención y mitigación para este componente ambiental.

4.2.4.1 Demografía

Población

Para el estado de Durango en el año 2015, se reporta una población de aproximadamente 1,755,000 habitantes; a nivel nacional hasta el 2010 el 78% de la población vivían en localidades urbanas y el 22% en rurales, en el estado de Durango se estima que el 69% de su población es urbana y el 31% rural (Cuéntame/INEGI). Para el municipio de **San Juan de Río** se estima una población cercana a **11,855 habitantes**. El tipo de centro de población en los que se clasifican los poblados que existen dentro del **SA** son las denominadas **rancherías** o **zona rural** por el tamaño de población que sustentan, los cuales en **promedio no superar los 1000 habitantes por comunidad**. Los poblados más importantes en el **AI** y su población total se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-32. Demografía de los poblados del AI

Poblados	Población total	Relación Hombre-Mujer	Población indígena	Población con limitaciones (discapacidad)
San Lucas de Ocampo	1500	728 / 772	0	14
Total	1500		0	14

Datos generados a partir del Censo de Población y Vivienda 2018 "Principales Resultados por Localidad" (INEGI, 2018).

Educación

En 2010, el municipio contaba con 64 escuelas preescolares (3.5% del total estatal), 128 primarias (4.9% del total) y 39 secundarias (4.3%). Además, el municipio contaba con seis bachilleratos (3.1%) y tres escuelas de formación para el trabajo (5.9%). Los indicadores más sobresalientes de educación son:

- Porcentaje de población (de más de 15 años) que es analfabeta: 2.53% (entre hombres y mujeres del municipio).
- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio es de 11.86.

Migración

A nivel estatal al igual que en el resto del país el proceso migratorio se ha manifestado de manera significativa en las últimas décadas del siglo XX y se ha mantenido como un flujo constante en las primeras décadas del siglo XXI. Para el estado de Durango, hasta el 2005 se reporta una emigración interna de alrededor de 48 mil personas, siendo los principales destinos Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Nuevo León; los procesos de inmigración interna en el 2010 llegaron a 39 mil personas que se mudaron de Durango, principalmente a Chihuahua, Coahuila, Baja California, Sinaloa y Zacatecas; en cuanto a la emigración internacional al 2018, en el estado Durango se estimó que de cada 100 emigrantes internacionales, 95 se fueron a EE.UU (Cuéntame/INEGI).

Según el Anuario de Migración y Remesas 2016, el grado absoluto de intensidad migratoria para el estado de Durango es de 3.38, lo cual lo posiciona como Alto, además de que se considera como uno de los estados con amplia tradición migratoria a EE.UU. Este proceso migratorio, se presenta de manera intermitente en la región (municipio de **San Juan de Río**), por lo que la creación y desarrollo de infraestructura básica en las zonas rurales **frena el proceso de emigración**.

Economía

De acuerdo con la información generada en el Anuario de Migración y Remesas 2018 las remesas para el estado de Durango en 2018, estuvo estimada en 676 millones de dólares, ocupando el lugar 11 a nivel nacional, aportando el 2.3% del total; mientras que en la analogía de las diez entidades federativas con mayor dependencia de remesas ocupa el número 7, con el 5.2 de remesas del PIB estatal.

Empleo

A nivel estatal el PIB se compone con el 10.10 % las actividades primarias, en 34.75 % las actividades secundarias y en 55.15 % las actividades terciarias (Cuéntame/INEGI). En la región las principales actividades económicas son las relacionadas al sector primario, destacándose las actividades forestales, y en segundo plano las ganaderas y agrícolas; mientras que las actividades secundarias y terciarias se desarrollan a nivel mínimo en los núcleos más poblados.

Para la gran mayoría de los habitantes de la región, las actividades agrícolas y ganaderas, representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con la apertura de los lotes mineros podrán incorporar actividades que diversifiquen las actividades económicas de los diferentes sectores de la economía local y regional. La Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CNSM) estableció que a partir del 1 de enero de 2018 la tarifa de \$ 88.36 pesos como salario mínimo. **La población económicamente activa en los poblados del municipio de San Juan de Río es del 32.45%.**

Salud

La dinámica de población del estado es de 1.7, teniendo como esperanza de vida 72.9 años para los hombres y 78.5 años para las mujeres. en el 2016, se registraron 37,298 nacimientos y 9,571 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

Sólo **49.733%** de la población tiene acceso a los servicios de salud, este servicio se cubre por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en la clínica establecidas en la localidad. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan en la región, los habitantes son trasladados a la ciudad de **San Juan de Río** o en su caso en la ciudad de **Victoria de Durango**.

Vivienda

En la zona se cuenta con 639 viviendas (INEGI, 2018). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo el tabique y cemento, además en promedio **87.67%** cuenta con piso de concreto o mosaico.

Servicios públicos

A nivel regional la mayoría de los servicios públicos se ofrecen en localidades cuya población es mayor a 500 habitantes, el poblado localizados en el **SA**, cuenta con 1500 habitantes. en el censo poblacional se reporta que alrededor del **97,67%** cuentan con electricidad, el **97,67%** tienen agua entubada, el **87,60%** tiene excusado o sanitario, el **94,83%** televisión, el **84,75%** refrigerador, el **61,24%** lavadora, el **61,76%** automóvil.

Medios de comunicación

Los habitantes de las comunidades utilizan como vía de comunicación principal los caminos de del poblado y la carretera federal Durango-Hidalgo de Parrar (45) los cuales todo el año están en condiciones de ser transitados, siendo el medio de transporte principal los vehículos tipo Sedan y Pick – Up de uso particular.

4.2.5 Diagnóstico ambiental

4.2.5.1 Integración del inventario ambiental

A fin de sintetizar la información de utilidad para interpretar el estado actual del **SA**, se integró la información de cada elemento ambiental y sus características más importantes como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-33. Descripción del inventario ambiental

Elemento	Integración de la información
Clima	Por las condiciones fisiográficas del SA se presenta distintos tipos climáticos; en las partes más altas se tienen climas de tipo Semiseco templado, en las partes medias los climas de tipo Semiseco semicálido, y en las partes bajas o cañadas de las microcuencas se tienen climas de tipo Semiseco semicálido. En cuanto al sitio se pueden identificar un tipo de clima predominantes; el Semiseco templado (BS1kw(w)). La temperatura media anual de 18 °C. La precipitación media anual de la región es de 488.2 mm, la mínima ocurre en el mes de abril y la máxima en el mes de julio. Periodo de lluvias: Junio-Septiembre Heladas: desde el 19 de septiembre hasta el 20 de abril; Vientos dominantes: NW con una velocidad promedio anual entre los 6.94 m/s. Granizadas: Últimos de Mayo – Junio; Huracanes: solo se presentan altas precipitaciones cuando estos ocurren en el Océano Pacífico, su probabilidad de ocurrencia es baja; Evapotranspiración: media 702.
Geología	En general la conformación de la geología se encuentra compuesta por rocas del tipo ígneo, variando su concentración de sílice.
Fisiografía	El SA se ubica en la Sierra Madre Occidental; provincia fisiográfica: Sierras y llanuras de Durango; subprovincia fisiográfica: Lomerío con mesetas y Sierra baja. Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del

Elemento	Integración de la información
	sitio son: i) elevación mínima de 1672 msnm; ii) elevación máxima de 2444 msnm; iii) elevación media de 1908 msnm. La pendiente media del sitio es de 24.6°. Se tienen diferentes exposiciones.
Edafología	Los suelos presentes en el SA son; Leptosoles (52.93%), Phaeozemes (35.76) y, la erosión hídrica estimada es de 109.583 ton/ha/año.
Hidrología	El SA fue definido en base a la delimitación de las microcuencas que tiene influencia el sitio en sus escurrimientos. La región hidrológica a la que pertenece es considerada como de alta presión, según su uso consuntivo. El SA se ubica dentro en la Región Hidrológica 36 Río Nazas- Aguanaval.
Paisaje	La calidad visual puede considerarse como media; la fragilidad se considera con media; y la visibilidad como corta o baja.
Vegetación	Los principales tipos de vegetación del SA corresponden a los Pastizal natural matorral Crasicaule El sitio NO se realizará el CUSTF por lo cual no se removerán especies vegetales.
Fauna	Se identificaron 43 especies de fauna silvestre, es decir aquellas con potencial de encontrarse en la subcuenca; sin embargo, al realizar el muestreo y registro a nivel SA , solo se identificaron 31 especies, de las cuales la mayoría son aves; mientras que a nivel sitio únicamente se registraron 13 especies. Se considera un Programa de Rescate de flora y fauna para las 2 especies encontradas a nivel sitio y que tienen categoría de riesgo, de acuerdo a la NOM – 059 .
Social	Las poblaciones son consideradas como zona urbana, por los servicios que se presentan, el fenómeno de migración hacia otros estados y a EE. UU es recurrente. No carece de servicios públicos.

4.2.5.2 Valoración del estado actual

La alteración y/o conservación ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra. La metodología de la valoración del inventario ambiental se lleva a cabo conforme a tres aproximaciones:

La primera de ellas **asigna un valor numérico a las distintas unidades**, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una **ordenación de las unidades** según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales. Por último, la tercera aproximación tiene su origen en una **valoración semicuantitativa** en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.

Los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Normativos (N), de Diversidad (D), Rareza, Naturalidad (R), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la Guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración. Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación **bajo**, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación **medio**, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación **alto**.

Cuadro 4-34. Valoración de estado actual del inventario ambiental

Elemento	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Grado de aislamiento	Calidad	Unidades	Grado de conservación
Clima	2	0	3	0	3	8	Media
Geología	1	2	3	0	3	9	Media
Fisiografía	2	0	3	1	2	9	Media

Edafología	3	3	3	1	3	13	Alta
Hidrología	2	0	3	1	3	9	Media
Paisaje	2	0	1	1	3	7	Media
Vegetación	2	0	2	1	2	7	Media
Fauna	2	2	3	1	3	11	Alta
Social	3	3	3	3	3*	15	Alta

4.2.5.3 Síntesis

La valoración numérica del cuadro anterior puede describirse de la manera siguiente:

Clima

Los climas que se presentan en el **SA** obedecen a las diferentes interacciones globales; sin embargo, a nivel sitio únicamente se identificó solo un tipo, por lo que el valor de diversidad se considera como medio **(2)**. Los climas identificados carecen de rareza **(0)**. La determinación del gradiente térmico y de humedad obedece principalmente al gradiente altitudinal, el efecto sotavento y barlovento es poco apreciable, así como el efecto de la exposición de las laderas norte – sur, por lo que se considera un proceso natural **(3)** y por lo no se considera aislado **(0)**. En términos de calidad atmosférica no se tienen registros de índices, sin embargo, por tratarse de una zona urbana, puede considerarse con calidad atmosférica media **(3)**. Su calidad ambiental debe considerarse como **MEDIA (8)**.

Geología

La disposición de la geología en el **SA** corresponde en su totalidad a rocas sedimentarias e ígneas extrusivas, por lo que se considera poco diverso **(1)**, se tiene registro de materiales de importancia económica **(2)**. No es un elemento que obedezca a influencias antropogénicas, sino se trata de un componente netamente natural **(3)**. El sistema de topoformas permite que la disposición de los materiales geológicos esté un poco aislada **(0)**. La calidad de las rocas puede valorarse por su disposición en el terreno la cual es amplia y suficiente **(3)**. Su calidad ambiental debe considerarse como **MEDIA (9)**.

Fisiografía

El relieve es accidentado **(2)**, el sistema ambiental se encuentra dentro de la SMO y en todo el sistema se presenta el mismo tipo de relieve **(0)**; sin embargo, estas formaciones son totalmente naturales **(3)**. Se puede considerar con cierto grado de aislamiento producto del mismo relieve, es decir que el acceso a estas zonas es limitado **(1)**; su calidad es buena **(2)**, se considera como raro ya que el uso principal es el forestal y no actividades agrícolas o pecuarias. Se puede catalogar con una calidad ambiental **MEDIA (8)**.

Suelo

Este recurso registra a nivel **SA** diferentes composiciones **(3)**, por la complejidad de su formación se ha considerado como raro **(3)** y natural **(3)**, ya que se encuentra en una zona rural el recurso suelo puede considerarse como aislado de impactos antropogénicos de importancia **(1)** y por tanto su calidad se mantiene **(3)**. Se puede catalogar con una calidad ambiental **ALTA (13)**.

Agua

El sistema hídrico pertenece a la cuenca Río Nazas- Aguanaval y la subcuenca San Juan, mientras que la microcuenca de influencia con de la obra es: Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo) por lo que se puede considerar que la diversidad del recurso hídrico es media **(2)**, a nivel sitio sólo se presentan corrientes de tipo efímero **(0)**. La formación y distribución de la red hídrica obedece a factores climáticos y la conformación del relieve **(3)**. Dado que el **SA** se

encuentra en la parte alta (1) la calidad es buena (3), como consecuencia de la no existencia de focos de contaminación importantes en la región. Se puede catalogar con una calidad ambiental **MEDIA (9)**.

Medio perceptual (paisaje)

El paisaje es valorado por sus formaciones vegetales (2); sin embargo, aunque los paisajes varían en el **SA**, no es de considerarse único o con algún grado de rareza (0), es un sistema totalmente natural sin embargo se pueden encontrar elementos antropogénicos (2). Ya que es sólo un fragmento del macizo montañosos SMO y dado lo alejado de los principales centros de población mayores su valor recreativo es poco relevante (1), aunque su calidad se mantiene (2). La calidad ambiental es considerada como **MEDIA (7)**.

Vegetación

A nivel **SA** se identificaron 11 tipos de asociaciones vegetales (2), mientras que a nivel sitio únicamente se tienen 1 tipo de vegetación; aunque la variación es escasa no se identificaron especies con alguna categoría de riesgo que pudieran resultar afectadas (0). Su distribución y formación obedece a diferentes factores como el gradiente altitudinal y a las actividades socioeconómicas (2). Se considera como un elemento aislado por la dificultad del acceso a éste (1) y aunque la actividad humana influye directamente en su composición y disposición, en términos generales es considerado de calidad buena (2). La calidad ambiental se considera **MEDIA (7)**.

Fauna silvestre

Debido a que el **SA** no se encuentra inmerso en alguna AICA o RTP el componente faunístico es bajo (2), dentro del inventario a nivel sitio pudieron identificarse algunas especies en categoría de riesgo (2). La abundancia de especies de flora y fauna en la región obedece a una zona de transición y con cuerpos de agua (3). El grado de aislamiento es bajo por lo accidentado de la topografía (1); sin embargo, ante las actividades antropogénicas la fauna se resguarda en zonas menos perturbadas (3). La calidad ambiental es considerada **ALTA (11)**.

Socioeconómico

Para este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el **SA** son consideradas como rancherías; sin embargo, éstas son abundantes y diversas (3), aunque no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas, no desvaloriza la importancia de sus habitantes (3). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades forestales, en su mayoría (3), y por su ubicación se encuentran limitados en los servicios más básicos (3). Se le dio un valor de 3 a la calidad; sin embargo, este valor es negativo, pero para funcionalidad de los rangos establecidos se convirtió en positivo, toda vez que al carecer de electricidad su calidad de vida está limitada y restringida (3). La calidad económica se conceder **ALTA (15)**

Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el sitio está muy cercano a la cabecera municipal, donde la mayoría de los pobladores de la región tienen acceso a toda la información cultural y de educación. Algún factor que pudiera repercutir de forma negativa en los pobladores, pero sobre todo en los trabajadores, serían algunos relacionados con posibles afectaciones a su salud, provocados por la emisión de ruido, vibraciones y partículas a la atmósfera; por lo que se tendrá que poner cierta atención en estos aspectos para evitar cualquier eventualidad de esta índole.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE 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.

Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para evaluar el impacto ambiental se analizó el contexto regional y, considerando las características de las obras, en cuanto a sus dimensiones, ubicación y distribución, se determinó la metodología para identificar los impactos potenciales (benéficos y adversos). De tal forma que la metodología utilizada para evaluar los impactos considera las etapas siguientes: i) **Identificación**, ii) **Valoración** y la iii) **Jerarquización**, como se ilustra en la **figura V-1**.

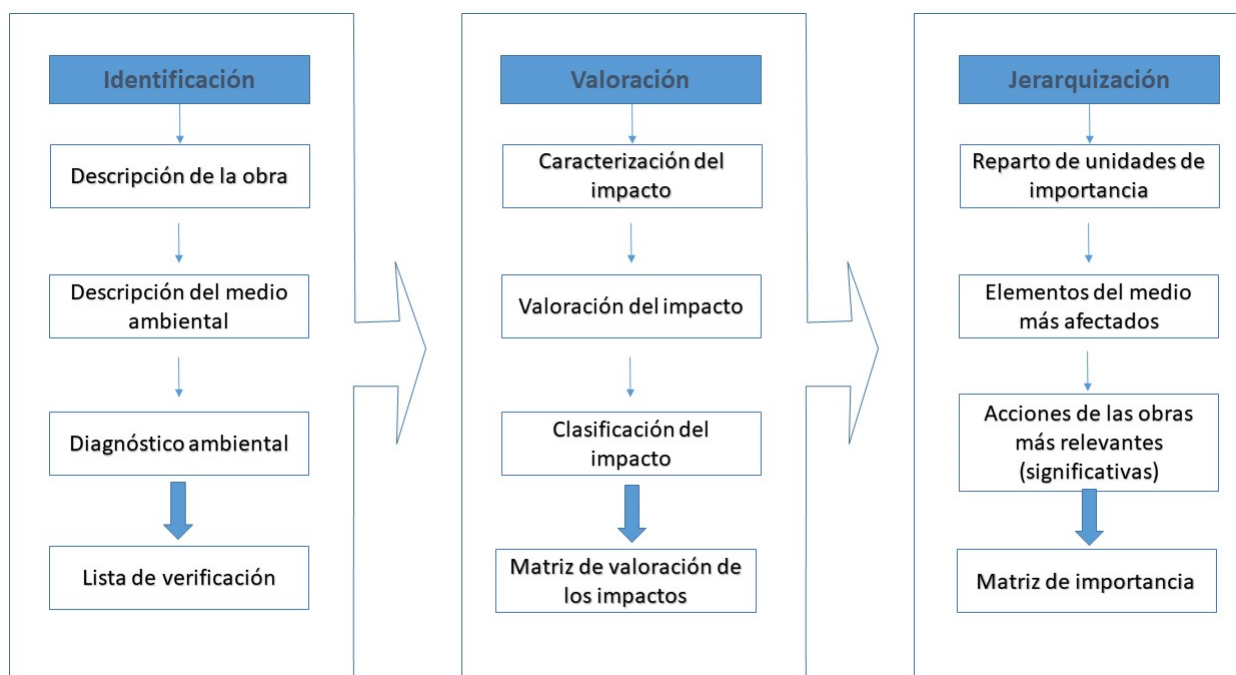


Figura 5-1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos

5.1 Lista de verificación

En la **identificación** de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente:

- Se enlistaron todos los **elementos** identificados en la caracterización del Sistema Ambiental.
- Cada elemento fue dividido en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- Para cada componente fueron asignados los **atributos** más importantes para establecer puntualmente la afectación o generación del impacto.
- Se establecieron **consideraciones** en relación al funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- Para poder realizar la valoración de la afectación o generación de **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las diferentes acciones y actividades a desarrollar. Posteriormente, en un análisis a profundidad considerando las medidas de prevención consideradas para las actividades y obras a desarrollar se analizó la posibilidad del impacto simultáneamente con la aplicación de las medidas preventivas; partiendo del hecho que la naturaleza del

Estudio de Impacto Ambiental es la prevención de impactos y que la Promovente estará **condicionada** a cumplir con dichas medidas.

- vi. Se consideró que **no existía afectación o generación de impacto (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto**.
- vii. Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar **seguimiento y cumplimiento** de la generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.
- viii. Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor igual a 1, es decir aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

En el cuadro siguiente se presenta la **lista de 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), se trata de impactos considerados como relevantes y por eso se incluyeron en la valoración el total de impactos.

Cuadro 5-1. Lista de verificación de impactos ambientales

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Afectación/ Generación	Impacto	Justificación / Causa
Atmósfera	Clima	Temperatura	El cambio climático obedece a factores globales, sin embargo, se ha comprobado que las emisiones de CO ₂ , contribuye al efecto de invernadero.	1	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero, que repercutirán a largo plazo en las condiciones del clima global.	Asociados a los motores de combustión interna; en el desarrollo de las diferentes actividades y obras se utilizarán vehículos
Atmósfera		Precipitación		1		
Atmósfera		Vientos		1		
Atmósfera		Fenómenos meteorológicos		1		
Atmósfera		Evapotranspiración potencial		1		
Atmósfera		Fenómenos naturales		1		
Atmósfera	Calidad del aire	Monóxido de carbono (CO)	Está relacionado a los procesos de combustión incompleta; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1	Aumento den las concentraciones de CO.	Asociados a los motores de combustión interna; en el desarrollo de las diferentes actividades y obras se utilizarán vehículos
Atmósfera		Dióxido de carbono (CO ₂)	Está relacionado a los procesos de combustión (completa); y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1	Aumento en las concentraciones de CO ₂ .	
Atmósfera		Óxidos de nitrógeno (NOx)	Está relacionado a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1	Aumento en las concentraciones de NOx.	
Atmósfera		Óxidos de azufre (SOx)	Está relacionado a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	1	Aumento en las concentraciones de SOx.	
Atmósfera		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	Generación de polvo.	Por el movimiento de materiales en la preparación del sitio. Por el tránsito de los vehículos.
Atmósfera		Olor	Las diferentes percepciones olfativas en el ambiente dependen de la composición del ecosistema y las interacciones con los vientos.	0	Generación de olores diferentes a los del ecosistema.	No se modifica a nivel local
Atmósfera	Ruido	Generación de ruido ajeno al ecosistema	En la naturaleza de forma general se dan interacciones que generan ruido, canto de las aves, sonidos de mamíferos, el viento chocando con las hojas de los árboles.	1	Generación de ruido	Se generará ruido y vibraciones en las etapas de preparación de sitio y construcción por los vehículos.
Geología	Material superficial	Material geológico superficial	El material geológico superficial del SA se encuentra consolidado.	1	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.	El tránsito de vehículos en los caminos de acceso genera partículas de suelo.
Geología	Material subterráneo	Material geológico subterráneo	El material geológico subterráneo del SA se encuentra consolidado.	0	Movimiento de material geológico subterráneo.	No se modifica significativamente.
Fisiografía	Relieve	Elevaciones	Los procesos producidos por los agentes geológicos externos y que modifican el relieve son: meteorización, erosión y transporte de sedimentos.	0	Modificación de elevaciones	La infraestructura no modifica el terreno natural.
Fisiografía		Pendientes		0	Modificación a pendientes	
Fisiografía		Exposiciones		0	Modificación a exposiciones	
Edafología	Composición física	Erosión	El tipo de erosión potencial es por la lluvia, que se define como la pérdida de suelo generada por circulación superficial difusa del agua de escorrentía.	1	Incremento en los procesos de erosión	La acumulación de tepetate incrementa la erosión hídrica.
Edafología		Residuos sólidos	Se generan residuos sólidos en las diferentes etapas, los cuales de no tener un manejo adecuado podrán llegar a contaminar los suelos.	1	Generación de residuos sólidos	Al incrementarse la presencia humana en las diferentes etapas.
Edafología	Composición química	Residuos peligrosos	Los residuos peligrosos de no tener un manejo adecuado podrán llegar a contaminar los suelos.	0	Contaminación por residuos peligrosos	No se generan residuos peligrosos en el sitio.
Edafología	Composición biótica	Composición de la capa orgánica del suelo	El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. La materia orgánica es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos.	0	Perdida de la fertilidad del suelo	No habrá modificación de la capa del suelo.
Hidrología	Calidad del agua	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	La DBO5 y DQO son indicadores de la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua.	0	Incremento de la DBO	Las necesidades de aseo personal y alimentación serán cubiertas en los poblados cercanos, en dónde se tienen establecidos letrinas.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Afectación/ Generación	Impacto	Justificación / Causa
Hidrología		Demanda química de oxígeno (DQO)	Las características físico-químicas están relacionadas a las descargas de aguas residuales.	0	Incremento de la DQO	Las aguas residuales se generarán fuera del sitio.
Hidrología		Coliformes fecales		0	Incremento de las aguas residuales	Las aguas residuales serán tratadas y no entrarán en contacto directo con los cuerpos de agua.
Hidrología		Carbón inorgánico				
Hidrología		Fosfatos				
Hidrología		Potencial Hidrógeno (pH)				
Hidrología		Temperatura				
Hidrología	Ciclo del agua	Azolves	Los azolves están íntimamente ligados al proceso de erosión.	0	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	No habrá remoción de la vegetación por lo tanto no se incrementará el escurrimiento.
Hidrología		Flujo superficial	Las obras no desvían los cauces naturales.	0	Desvió y canalización (flujo superficial)	No se obstruyen o desvían el flujo de los cauces naturales.
Hidrología		Flujo subterráneo	Las obras no modifican los acuíferos.	0	Afectación al acuífero	No hay demanda de agua subterránea.
Paisaje	Percepción del paisaje	Calidad	Modificación de la topografía.	0	Modificación del relieve a nivel puntual	La modificación de la topografía es a nivel puntual.
		Fragilidad visual	Modificación de la diversidad vegetal.	0	Modificación de la diversidad vegetal	No se modificará la diversidad de la vegetación.
		Visibilidad	Modificación de la estructura vegetal.	0	Modificación de la estructura vegetal	No se aplicará CUSTF por lo tanto no se modificará la abundancia de la vegetación.
Biota	Vegetación	Abundancia	La vegetación arbórea, arbustiva y herbácea corresponde a ecosistemas de climas semiseco templado (matorral crasicaule).	0	Disminución de la cobertura vegetal	No se removerán especies vegetales
		Diversidad	Existen especies en categoría de riesgo y de importancia ecológica, las cuales pueden estar presentes en el Al.	0	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	No existirá afectación a la diversidad de especies de flora, ya que no se encuentra ninguna especie que este bajo protección y tampoco se removerá especies vegetales
	Fauna silvestre	Diversidad	Los ecosistemas del SA tienen especies de fauna de los ecosistemas de clima semiseco templado.	1	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.	La fauna es un componente dinámico podrá presentarse en las diferentes etapas y a lo largo de todo el sitio, por lo que se determina que podrá generarse el desplazamiento o afectación indirecta en este componente.
			Se tienen especies de lento desplazamiento, en categoría de riesgo y de importancia ecológica.	1	Se identificaron especies con potencial de encontrarse en el sitio con algún estatus de protección según la NOM-059.	No existirá afectación directa a la diversidad de especies de la fauna, sin embargo, su hábitat puede verse afectado.
		Abundancia	Existen especies en categoría de riesgo y de importancia ecológica, las cuales pueden estar presentes en el sitio.	1	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.	Número de especies reubicadas, en todas las etapas
	Calidad de vida	Económico	Las actividades económicas de la región se resumen a la agricultura, y ganadería extensiva (de subsistencia).	1	Generación de empleos (diversificación de actividades).	Con la generación de empleo se combate los índices de marginación y pobreza por la relevancia que representa el contar con nuevas y mejores oportunidades de empleos.
Social		Salud	El servicio básico de atención médica se tiene en la cabecera municipal	1	Atención médica.	Se registrarán a los trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
Social		Recreacional	Las actividades de recreación están relacionadas a actividades campiranas.	1	Diversificación de actividades de recreación.	Al contar con fuentes de empleo y convenios de la empresa.
Social	Educación	Educativo	El nivel máximo de estudios de la población es menor a la licenciatura.	1	Mejora en el nivel educativo.	Al contar con fuentes de empleo por solventar alguna licenciatura
		Científico	No se tiene instituciones de mayor nivel o de investigación en la región, los centros educativos más cercanos se encuentran en la cabecera municipal.	0	N/A	No se prevén cambios

Cuadro 5-2. Globalización de los impactos relevantes

Elemento	Componente	Impacto	Globalización del impacto
Atmósfera	Clima	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero, que repercutirán a largo plazo en las condiciones del clima global	Aumento en las concentraciones de gases efecto invernadero
	Calidad del aire	Aumento den las concentraciones de CO	
		Aumento en las concentraciones de CO ₂	
		Aumento en las concentraciones de NOx	
		Aumento en las concentraciones de SOx	
		Generación de polvo	Generación de polvo
	Ruido	Generación de ruido	Generación de ruido
Geología	Material superficial	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión
Edafología	Composición física	Incremento en los procesos de erosión	Incremento en los procesos de erosión
		Generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos
Hidrología	Calidad del agua	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)
Paisaje	Percepción del paisaje	Modificación de la estructura vegetal	Modificación de la estructura vegetal
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat
		Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo
Social	Calidad de vida	Generación de empleos	Incremento de la calidad de vida de los habitantes
		Atención médica a los obreros	
		Diversificación de actividades de recreación	
	Educación	Mejora en el nivel educativo	Incremento en los índices de calidad educativa

5.2 Caracterización y valoración de los impactos

En la caracterización de los impactos se consideró el proceso analítico siguiente:

- Se estructuraron los impactos relevantes globalizados en la **lista de verificación**. Se realizó un primer ejercicio de identificación de los impactos por etapa.
- Posteriormente se filtraron los impactos por etapa para realizar la caracterización separadamente. Se generaron 4 matrices, una para los impactos que se generarán en cada etapa (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio).
- Para cada una de las matrices se caracterizaron los impactos en función de los criterios seleccionados y que se describen a detalle más adelante.

Cuadro 5-3. Identificación inicial de los impactos por etapa

Elemento	Componente	Id	Impacto	Etapa			
				Preparación del sitio	Construcción	Operación-mantenimiento	Abandono del sitio
Atmósfera	Clima	1	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	X	X	X	X
	Calidad del aire	2	Generación de polvos	X	X	X	X
	Ruido	3	Generación de ruido	X	X		X
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	X	X		X
Edafología	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión	X	X		
		6	Generación de residuos sólidos	X	X	X	X
Hidrología	Calidad del agua	7	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	X	X	X	X
Biota	Fauna silvestre	8	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat	X	X		
		9	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	X	X	X	X
Social	Calidad de vida	10	Aumento en la calidad de vida	X	X	X	X
	Educación	11	Incremento en los índices de educación	X	X	X	X

CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para cada una de las etapas se caracterizaron los impactos identificados, en dónde fueron tomados en cuenta principalmente los criterios siguientes:

Naturaleza (+/-). El signo positivo se aplicará a todos aquellos impactos que supongan algún beneficio sobre los factores del medio considerados. El signo negativo se aplicará sobre aquellos impactos detectados cuyo efecto sea perjudicial para el medio.

Plazo de manifestación (PM). Considera el tiempo en el que el impacto se hará presente, considerando una escala de corto, mediano y largo plazo. Es este sentido resulta interesante matizar que no resulta útil el adjudicar diferentes valoraciones a un impacto por el hecho de manifestarse antes o después, por lo que este criterio utilizará las letras CP, MP y LP para corto plazo, medio plazo y largo plazo respectivamente.

Efecto (E). Describe la incidencia del impacto en el componente considerándose dos relaciones: directo e indirecto. En función de la relación causa-efecto, se consideran directos todos aquellos impactos que provoquen una incidencia inmediata sobre algún aspecto ambiental. Por el contrario, serán indirectos, aquellos impactos cuyo efecto esté relacionado, además, con otro aspecto ambiental (aplicable a impactos positivos y negativos).

Acumulación (A). Esta característica se refiere la acumulación del impacto con otros y al mismo tiempo con la sinergia de éstos. Si afecta únicamente al elemento evaluado es simple, si su efecto es progresivo es acumulativo, y si efecto induce otros impactos es sinérgico (aplicable a impactos positivos y negativos).

Duración (D). Dependiendo del tiempo de ejecución para cada acción o actividad de la obra, se menciona el tiempo de permanencia del impacto, considerando un corto, mediano y largo plazo (aplicable a impactos positivos y negativos).

Reversibilidad (RV). Se define si el tipo de impacto es reversible o irreversible, estableciendo el grado de perturbación que se presente en algún componente ambiental y según su duración en años. En este caso fue considerado bajo el supuesto que el ecosistema pudiera llegar alcanzar su clímax en alrededor de 25 años (aplicable a impactos negativos). Resulta necesario aclarar en este punto que, por lo general, los impactos de carácter positivo no se adecuan bien a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

Recuperabilidad (RC). Este criterio tiene mucha similitud con el anterior (reversibilidad), si bien en este caso se refiere a la posibilidad de eliminar una alteración mediante la intervención humana y la implementación de medidas preventivas o correctoras. En función de lo que tarda el medio en recuperar las condiciones iniciales, se puede hablar de recuperabilidad inmediata, a corto, medio o largo plazo. Si un impacto es reversible también es recuperable y normalmente se puede acelerar su recuperación mediante la intervención humana, acortando los plazos. En este caso, habrá que considerar los costes de ejecución de las medidas correctoras para determinar su viabilidad (aplicable a impactos negativos). Al igual que en el caso de la reversibilidad, los impactos positivos por lo general no se adecuan a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

Periodicidad (PR). Al tiempo de manifestación del impacto, pudiendo ser; continuo, periódico o discontinuo, en función de su probabilidad (aplicable a impactos positivos y negativos).

Extensión del impacto (EX). Considerando parámetros como el porcentaje de superficies o población beneficiada. puntual, cuando afecte a menos del 5% de la superficie total del proyecto; parcial cuando afecte entre un 5 y un 25%, media entre un 26 y un 50%, extensa entre un 51 y un 90%, total entre un 91% y un 100% y prologada cuando el efecto sea superior al 100% de la superficie o se produzca fuera de los límites de ésta (aplicable a impactos positivos y negativos).

Intensidad del impacto (IT). Consideración técnica porcentual de afectación al elemento. Resulta precisa la inclusión de un criterio que permita establecer el grado de destrucción/afección o mejora del medio ambiente afectado mediante

un parámetro que denominaremos Intensidad del impacto. Dicho parámetro estará referido al área (o la población en el caso de ciertos impactos positivos) considerada para definir la extensión del proyecto, y al impacto concreto que se evalúa (aplicable a impactos positivos y negativos).

Los valores y categorías para caracterizar cuantitativamente a los impactos se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 5-4. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales

ID	Signo	Naturaleza	
-		Impacto negativo	
+		Impacto positivo	
PM	Clave	Plazo de manifestación	Rango
	LP	Largo Plazo	> 5 años
	MP	Mediano Plazo	< 5 años
	CP	Corto Plazo	< 1 años
E	Valor	Efecto	Consideración
	3	Directo	Incidencia inmediata
	1	Indirecto	Incidencia secundaria
A	Valor	Acumulación	Consideración
	10	Sinérgico	Induce más de 5 impactos nuevos
	8	Sinérgico	Induce de 3 a 5 nuevos
	6	Sinérgico	Induce > 2 impactos nuevos
	2	Acumulativo	Incremento progresivo
	1	Simple	Únicamente al elemento
D	Valor	Duración	Rango
	6	Permanente	> 10 años
	3	Temporal	Largo plazo (años)
	2	Temporal	Mediano plazo (meses)
	1	Temporal	Corto plazo (días)
RV	Valor	Reversividad	Rango
	10	Irreversible	> 25 años
	6	Reversible	21 a 25 años
	5	Reversible	16 a 20 años
	4	Reversible	11 a 15 años
	3	Reversible	6 a 10 años
	2	Reversible	1 a 5 años
	1	Reversible	<1 año
RC	Valor	Recuperabilidad	Rango
	7	Irrecuperable	> 25 años
	6	Recuperable	21 a 25 años
	5	Recuperable	16 a 20 años
	4	Recuperable	11 a 15 años
	3	Recuperable	6 a 10 años
	2	Recuperable	1 a 5 años
	1	Recuperable	<1 año
PR	Valor	Periodicidad	Rango
	7	Continuo	Se presenta durante todo el tiempo
	5	Periódico	Se puede identificar una periodicidad
	4	Posible ocurrencia	>10 veces al año
	3	Posible ocurrencia	5-10 veces al año
	2	Posible ocurrencia	1-4 veces al año
	1	Posible ocurrencia	<1 vez al año
EX	Valor	Extensión	Rango
	9	Prolongada	Fuera de los límites delimitados o > 100%
	7	Total	91-100%
	5	Extensa	51-90%
	3	Media	6-50%
	2	Parcial	5-25%
	1	Puntual	<5%
IT	Valor	Intensidad	Rango
	12	Máxima	>91%
	8	Muy alta	76-90%
	6	Alta	51-75%
	4	Media	26-50%
	2	Baja	5-25%
	1	Muy baja	<5%

VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La **valoración** de los impactos estará en función de la fórmula siguiente:

$$I = \pm(E + A + D + RV + RC + PR + EX + IT)PM$$

DICTAMEN

El dictamen final, considera las categorías de impacto ambiental **compatible, moderado, severo y crítico**, cuyas acepciones son las siguientes:

- **Impacto ambiental compatible.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **Impacto ambiental compatible - moderado.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, pero con tendencia a moderado.
- **Impacto ambiental moderado.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Impacto ambiental moderado - severo.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, pero con tendencia a severo.
- **Impacto ambiental severo.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- **Impacto ambiental severo - crítico.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, con tendencia a crítico.
- **Impacto ambiental crítico.** Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable, con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con difícil posibilidad de recuperación, dónde se sugiere la adopción de medidas protectoras, correctoras y/o la valoración de una alternativa más sustentable.

Para la definición la categoría del impacto se utilizó el criterio siguiente:

Cuadro 5-5. Criterios de categorización de los impactos ambientales

Categoría	RC (años)	Valor
Compatible	< 1	1
Compatible-Moderado	1 a 10	2
Moderado	11 a 20	3
Moderado-Severo	21 a 30	4
Severo	31 a 40	5
Severo-Crítico	40 a 50	6
Crítico	> 50	7

5.2.1 Preparación del sitio

Para esta etapa se han identificado **11** impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

1. **Aumento en la concentraciones de gases efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, ya que al usar maquinaria y vehículos de combustión interna se generan gases tipo invernadero. Su manifestación puede ser a **largo plazo**, sobre todo por los efectos que tienen en el clima, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar sobre todo aquellos impactos relacionados con la calidad del aire. Su efecto es **directo** ya que se deriva de la combustión interna de los motores. Su acumulación es **simple**, dado que el SA está conformado por ecosistemas de matorrales y árboles de talla media, los cuales son capaces de absorber y neutralizar los gases emitidos. Su duración es **temporal**, ya que el uso de maquinaria y vehículos se utilizará en horarios diurnos y sólo para las actividades necesarias. Se considera **reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. Se considera **recuperable**, las medidas de prevención coadyuvaran a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA y AI. La presencia del impacto será **periódico**, ya que solo se presentará con el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades.

Su extensión es **parcial**, ya que la extensión de los gases será a nivel puntual. Su intensidad se considera **muy baja**, ya que la maquinaria y vehículos ha utilizarse deberán ser sometidos a mantenimiento.

2. **Generación de polvo.** Es un impacto **negativo**, ya que el polvo en exceso puede ser dañino en la vegetación, así como en las personas. Se manifestará en el **mediano plazo**, aunque desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias en dónde será poco perceptible. Su efecto es **directo**, ya que obedece, principalmente al uso de maquinaria y vehículos. Puede llegar a ser **acumulativo**, en caso de que las actividades que generen el impacto se lleven a cabo al mismo tiempo. Su duración es **temporal**, ya que los vehículos se utilizará en diferentes turnos horarios y sólo para las actividades necesarias. Es considerado como **reversible**, ya que obedece también a la condición de humedad del suelo. También se considera como **recuperable**, en caso de ser necesario se aplicaran riegos para disminuir su generación. Es **periódico**, el impacto obedece a al uso de los vehículos y maquinaria. Su extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es **muy baja**, ya que la afectación es a nivel puntual.
3. **Generación de ruido.** Es un impacto **negativo**, el ruido perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones a las personas si no se usa la protección auditiva adecuada. Su manifestación es a **corto plazo** con las herramientas, vehículos y maquinaria utilizadas en esta etapa. Su efecto es **directo** con el uso de maquinaria y vehículos principalmente. Se considera **acumulativo**, conforme se realicen las diferentes actividades este puede aumentar. Su duración es **temporal**, ya que depende del tiempo de uso de la maquinaria y vehículos. Se considera **reversible**, una vez agotadas las actividades el ruido dejará de producirse. Es **recuperable**, al establecer horarios y tiempos de trabajo el ruido cesará. Es **periódico**, obedece al uso de los vehículos y maquinaria únicamente. Su extensión es **parcial** y puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es **muy baja**.
4. **Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.** Es un impacto **negativo**, y que se trata de remover suelos para acondicionar los patios de metales y tepetate. Su manifestación es en el **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **directo**, se removerá suelo mineral para acondicionar los patios; por lo tanto es un impacto indirecto. Se considera **acumulativo**, el movimiento geológico puede generar erosión y azolves. Su duración es **temporal**, en las actividades de preparación y acondicionamiento de los patios. Es **reversible**, el material geológico podrá recuperarse y con las medidas adecuadas podrá estabilizarse el material. Es **recuperable**, con las medidas para la estabilización de los patios la recuperabilidad será casi inmediata. Su periodicidad es de **posible ocurrencia**, en caso de presentarse el impacto, podrá incrementarse en la época de lluvias. Su extensión es **puntual**, la afectación no será significativa, pues los patios tienen dimensiones pequeñas. Su intensidad es **muy baja**, el impacto tendrá influencia a nivel local.
5. **Incremento en los procesos de erosión.** Es un impacto **negativo** por la pérdida de suelo que se tendrá. Se manifestará en el **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión ocurre por la precipitación **simple** ya que puede generar incremento en azolves en los cuerpos de agua y también afectación a la fertilidad de los suelos. Su duración es **temporal**, la erosión más significativa es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. De generarse la erosión se considera como **irreversible**, la formación de suelo es un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. De generarse la erosión, puede llegar a ser **recuperable**, con las medidas de conservación y protección del suelo se podrán generar las condiciones óptimas para la conservación y formación de suelos, y dependerá conjuntamente con la recuperación total del ecosistema. Su ocurrencia (**posible**) está relacionada a la temporada de lluvias. Su afectación será **puntual**, se prevé una afectación a nivel local. Con las medidas de prevención y mitigación la afectación será **muy baja**.
6. **Generación de residuos sólidos.** Es un **impacto negativo**, durante las actividades se incrementa la presencia humana y por tanto se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. Su manifestación serán en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. Puede llegar a ser **acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. Su duración

es **temporal**, está relacionado a la presencia humana. Es **reversible**, de generarse el impacto puede ser fácilmente reversible. Es recuperable, el suelo contaminado puede llegar a recuperar su condición inicial. Su ocurrencia puede llegar a ser **periódica**, la generación de los residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. Su extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del local. Su intensidad es muy **baja**, ya que se prevé que estará en función de las actividades en el sitio.

7. **Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas).** Es un impacto **negativo**, que se genera principalmente por el paso de los vehículos. Se manifestará en el **mediano plazo**, aunque desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, el incremento es producto de la erosión, es decir es un impacto indirecto. Se considera **acumulativo**, ya que el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se incrementa con la temporada de lluvias. Es **temporal**, ya que obedece sobre todo en la temporada de lluvias. Puede ser **reversible**, durante la etapa de preparación del sitio la erosión tendrá que ser estabilizada, y por tanto se considera al mismo tiempo para estabilizar la concentración de azolves en los cuerpos de agua. Es **recuperable**, considerando que con las medidas de mitigación y control de la erosión, la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. Se considera como de **posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. Su extensión es **puntual**, la extensión se considera a nivel local. Su intensidad es **muy baja**, ya que se prevén medidas de prevención y mitigación.
8. **Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.** El impacto es **negativo**, con el desarrollo de las diferentes actividades, la fauna buscará refugio en sitios menos perturbados. Su manifestación será en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, al perturbar el hábitat. Puede llegar a ser **sinérgico**, por la estrecha interacción que tiene la fauna con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema. Su duración es **temporal**, sólo se impactará a la fauna durante las actividades de esta etapa. Puede ser **reversible**, al dejar el estrato herbáceo y arbustivo se mantendrán las condiciones para el retorno de la fauna, después de las actividades realizadas o en horarios sin actividad (nocturnos). Es considerado como **recuperable**, al llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna, se recuperará individuos que pudiesen llegar a ser afectados. Su posible ocurrencia es **periódica**, ya que obedece a la actividad humana. Su extensión es **puntual** y su intensidad es **muy baja** respecto al SA.
9. **Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.** Es un impacto **negativo**, de no aplicar las medidas adecuadas podría darse la afectación a individuos de especies en categoría de riesgo o de lento desplazamiento. Su manifestación puede ocurrir en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, por la importancia de las especies en categoría de riesgo. Puede llegar a ser **sinérgico**, por la estrecha relación que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema. La duración es **temporal**, durante el desarrollo de las actividades de esta etapa. Se considera como **reversible**, al dejar el estrato herbáceo y arbustivo se mantendrán las condiciones para el retorno de la fauna, después de cesar las actividades. Se considera **recuperable**, al llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna, regresaran los individuos que pudiesen llegar a ser afectados. Su duración es **periódica**, ya que obedece a la actividad humana. Su extensión es **puntual**, con referencia al SA. La intensidad es **muy baja**, ya que se prevé aplicar un programa de auyentamiento, previo al inicio de las actividades.
10. **Incremento de la calidad de vida de los habitantes.** Es un impacto **positivo**, ya que se contratará mano de obra de los poblados cercanos. Su manifestación será en el **corto plazo**, al contar con una opción de empleo e ingreso que mejorará la calidad de vida de los habitantes. Su efecto es **directo**, la generación de empleos, dependen de las actividades a desarrollarse. Se considera como **sinérgico**, puede generar una derrama económica, que a su vez mejora la calidad de vida y flujo económico regional. Su duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. Es **reversible**, es decir que las actividades remuneradas tendrán un beneficio temporal. Por la duración de la etapa es **recuperable**, considerando que un año de generación de empleos en la región puede verse reflejado hasta en el doble del periodo. Su periodicidad será **continua**, durante todas las actividades de esta etapa. Su

extensión es **prolongada**, ya que la derrama económica tendrá ser regional. Su intensidad es considerada como **máxima**, por la derrama económica, que podrá alcanzar en el SA.

11. **Incremento en los índices de calidad educativa.** Es un impacto **positivo**, con la capacitación que se les dará al inicio de las actividades, no sólo se les capacitará para la actividad en particular si no que se les dará educación del ámbito de seguridad industrial, ambiental y ética. Su manifestación será en el **corto plazo**, ya que la capacitación laboral - ambiental deberá ser adoptada por los trabajadores directos e indirectos y éstos a su vez transmitirán los conocimientos de manera indirecta a su comunidad. Su efecto es **directo**, dependen de las actividades a desarrollarse. Será **acumulativo**, la capacitación laboral - ambiental podrá verse reflejada al interior de las comunidades. Su periodicidad será **temporal**, durante las actividades de esta etapa. Se considera **reversible** y **recuperable**, por la duración de la etapa. Su periodicidad será **continua**, durante todas las actividades de la etapa. De extensión **prolongada**, la educación e información proporcionada podrá verse reflejada a nivel local. Aunque la intensidad sea **muy baja**, ya que no toda la población podrá ser empleada en la obra, se tendrá un influencia sobre su educación laboral – ambiental.

Cuadro 5-6. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio

Elemento	Componente	ID	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración [I]	Categoría [RC]
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	1	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	-	LP	3	1	2	1	2	5	2	1	-17[LP]	COMPATIBLE-MODERADO
Atmósfera	Calidad del aire	2	Generación de polvo	-	MP	3	2	2	1	1	5	2	1	-17[MP]	COMPATIBLE
Atmósfera	Ruido	3	Generación de ruido	-	CP	3	2	2	1	1	5	2	1	-17[CP]	COMPATIBLE
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	-	MP	3	2	2	1	1	1	1	1	-12[MP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión	-	MP	1	6	2	10	1	1	1	1	-23[MP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	6	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	1	1	1	5	2	1	-14[CP]	COMPATIBLE
Hidrología	Calidad del agua	7	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	MP	1	2	2	1	1	1	1	1	-10[MP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	8	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat	-	CP	1	6	3	1	1	5	1	1	-19[CP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	9	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	-	CP	3	6	3	1	1	5	1	1	-21[CP]	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	10	Incremento de la calidad de vida de los habitantes	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO
Social	Educación	11	Incremento en los índices de calidad educativa	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO

5.2.2 Construcción

Para esta etapa se han identificado **11** impactos ambientales y su caracterización es la siguiente:

1. **Aumento en las concentraciones de gases efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, ya que al usar maquinaria y vehículos de combustión interna se generan gases tipo invernadero. Los efectos serán a **largo plazo**, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar. El efecto es **directo**, ya que se deriva de la combustión interna de los motores. Se considera **acumulativo** en el SA por las actividades económicas que se desarrollan. Es **temporal**, el uso de maquinaria y vehículos será temporal, ya que se utilizará en determinados horarios y sólo para las actividades necesarias. Se considera **reversible**, ya que la cantidad de emisión de gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. Es **recuperable**, las medidas de prevención coadyuvarán a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA. Es **periódico**, se relaciona al uso de la maquinaria y vehículos para las actividades. Su extensión es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel local. Su intensidad se considera **muy baja**, ya que la maquinaria y vehículos ha utilizar deberán ser sometidos a mantenimiento preventivo.
2. **Generación de polvo.** Es un impacto **negativo**, ya que el polvo en exceso afecta el desarrollo de la vegetación y la salud de las personas. La manifestación será en el **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias, en dónde será poco perceptible. El efecto es **directo**, ya que se genera por el uso de la maquinaria y vehículos. Puede llegar a ser **acumulativo**, en caso de que las actividades que lo generan se lleven al mismo tiempo. Su periodicidad es **temporal**, ya que los vehículos y la maquinaria se utilizarán en determinados horarios y sólo para las actividades necesarias. Es considerado como **reversible**, ya que obedece también a la condición de humedad del suelo. Es considerado como **recuperable**, en caso de ser necesario se aplicarán riegos para disminuir la formación de polvos. Es **periódico**, por la estacionalidad y condiciones de trabajo. Su extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es **baja**, ya que la maquinaria y vehículos serán utilizados en baja intensidad.
3. **Generación de ruido.** Es un impacto **negativo**, el ruido perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones a las personas si no se usa la protección auditiva adecuada. Su manifestación es a **corto plazo** con las herramientas, vehículos y maquinaria utilizadas en esta etapa. Su efecto es **directo** con el uso de maquinaria y vehículos principalmente. Se considera **acumulativo**, conforme se realicen las diferentes actividades este puede aumentar. Su duración es **temporal**, ya que depende del tiempo de uso de la maquinaria y vehículos. Se considera **reversible**, una vez agotadas las actividades el ruido dejará de producirse. Es **recuperable**, al establecer horarios y tiempos de trabajo el ruido generado cesará. Es **periódico**, obedece al uso de los vehículos y maquinaria únicamente. Su extensión es **parcial** y puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es **muy baja**, el ruido podrá llegar a alcanzar el AI.
4. **Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.** Es un impacto **negativo** porque se trata de remover suelos para acondicionar los patios de metales y tepetate. Su manifestación es en el **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **directo**, se removerá suelo mineral para acondicionar los patios; por lo tanto es un impacto indirecto. Se considera **acumulativo**, el movimiento geológico puede generar erosión y azolves. Su duración es **temporal**, en las actividades de preparación y acondicionamiento de los patios. Es **reversible**, el material geológico podrá recuperarse y con las medidas adecuadas podrá estabilizarse el material. Es **recuperable**, con las medidas para la estabilización de los patios la recuperabilidad será casi inmediata. Su periodicidad es de **posible ocurrencia**, en caso de presentarse el impacto, podrá incrementarse en la época de lluvias. Su extensión es **puntual**, la afectación no será significativa, pues los patios tienen dimensiones pequeñas. Su intensidad es **muy baja**, el impacto tendrá influencia a nivel local.
5. **Incremento en los procesos de erosión.** Es un impacto **negativo**, por la pérdida de suelo que se pronostica al tener el periodo de lluvias, lo que permite se incremente el escurrimiento superficial. Se manifestará en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión ocurre por la remoción de la vegetación. Se considera **sinérgico**, ya que puede

generar incremento en azolves en los cuerpos de agua y también afectación a la fertilidad de los suelos. Su duración es **temporal**, la erosión más significativa es la hídrica la cual obedece a la temporada de lluvias. De generarse la erosión se considera como **irreversible**, la formación de suelo es un proceso lento y complejo, en el que intervienen numerosos factores y agentes. De generarse la erosión, puede llegar a ser **recuperable**, con las medidas de restauración se podrán generar las condiciones óptimas para la conservación y formación de suelos, y dependerá conjuntamente con la recuperación total del ecosistema. Su ocurrencia (**posible**) está relacionada a la temporada de lluvias. Su afectación será **puntual**, se prevé una afectación a nivel local. Con las medidas de prevención y mitigación la intensidad de afectación será **media**.

6. **Generación de residuos sólidos.** Es un **impacto negativo**, durante las actividades se incrementa la presencia humana y por tanto se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. La manifestación serán en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. Puede llegar a ser **acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. Su duración es **temporal**, está relacionado con la presencia humana. Es **reversible**, de generarse el impacto puede ser fácilmente reversible al retirar todos los residuos de las áreas ocupadas. Es recuperable, el suelo contaminado puede llegar a recuperar su condición inicial. La ocurrencia puede llegar a ser **periódica**, la generación de los residuos está íntimamente relacionada con la presencia humana. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es muy **baja**, ya que se prevee que estará en función de las actividades a desarrollar.
7. **Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas).** Es un impacto **negativo**, que se genera principalmente por el paso de los vehículos. Se manifestará en el **mediano plazo**, aunque desde el inicio de las actividades que lo generen y la **intensidad** podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. Su efecto es **indirecto**, la erosión se presenta por la pérdida de la cubierta vegetal y compactación del suelo. Se considera **acumulativo**, ya que el aporte de sedimentos al sistema hidrológico se incrementa con la temporada de lluvias. Es de duración **temporal** sobre todo en la temporada de lluvias. Puede ser **reversible**, durante ésta etapa la erosión tendrá que ser mitigada con las obras de restauración. Es **recuperable**, considerando que las obras de restauración son eficientes en retener los azolves generados. Se considera de **posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. Su extensión es **puntual**, la extensión se considera a nivel local. Su intensidad es **muy baja**, ya que no se prevee remover el suelo mineral.
8. **Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.** El impacto es **negativo**, con el desarrollo de las diferentes actividades, la fauna buscará refugio en sitios menos perturbados. La manifestación será en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. El efecto es **indirecto**, al perturbar el hábitat. Puede llegar a ser **sinérgico**, por la estrecha interacción que tiene la fauna con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema. La duración es **temporal**, sólo se impactará a la fauna durante las actividades de esta etapa. Puede ser **reversible**, al dejar el estrato herbáceo y arbustivo se mantendrán las condiciones para el retorno de la fauna, después de las actividades realizadas o en horarios sin actividad (nocturnos). Es considerado como **recuperable**, al llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna, se recuperará individuos que pudiesen llegar a ser afectados. Su posible ocurrencia es **periódica**, ya que obedece a la actividad humana. Su extensión es **puntual** y su intensidad es **muy baja** respecto al SA.
9. **Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.** Es un impacto **negativo**, de no tenerse las medidas adecuadas podría darse la afectación a individuos de especies en categoría de riesgo o de lento desplazamiento. Su manifestación puede ocurrir en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. Su efecto es **directo**, por la importancias de las especies en categoría de riesgo. Puede llegar a ser **sinérgico**, por la estrecha relación que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema. La duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. Se considera como **reversible**, al dejar el estrato herbáceo y arbustivo en el entorno inmediato a las áreas ocupadas, se mantendrán las condiciones para el retorno de la fauna, después de cesar las

actividades (en horarios sin actividad, nocturnos). Se considera **recuperable**, al llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de la fauna, regresaran los individuos que pudiesen llegar a ser afectados. La duración es **periódica**, ya que obedece a la actividad humana. La extensión es **puntual**, con referencia al SA. La intensidad es **muy baja**, ya que se prevee aplicar un programa de auyentamiento, previo a las actividades.

10. **Incremento de la calidad de vida de los habitantes.** Es un impacto **positivo**, ya que se contratará mano de obra de los poblados del AI. La manifestación será en el **corto plazo**, al contar con una opción de empleo e ingreso que ayudará a mejorar la calidad de vida de los habitantes. El efecto es **directo**, la generación de empleos directos serán en todas las etapas a desarrollar. Se considera como **sinérgico**, puede generar derrama económica (empleos indirectos), que a su vez mejora la calidad de vida y flujo económico. La duración es **temporal**, durante las actividades de esta etapa. Es **reversible**, es decir que las actividades remuneradas tendrán un beneficio temporal. Por la duración de la etapa es **recuperable**, considerando que un año con la generación de empleos puede verse reflejado más empleos indirectos de otras actividades productivas. La periodicidad será **continua**, durante todas las actividades de esta etapa. La extensión es **prolongada**, ya que la derrama económica tendrá alcance en el AI. La intensidad es considerada como **máxima**, por la derrama económica, que podrá alcanzar en el SA.
11. **Incremento en los índices de calidad educativa.** Es un impacto **positivo**, con la capacitación laboral que se les dará al inicio de las actividades, no sólo se les capacitará para la actividad en particular si no que se les dará educación del ámbito de seguridad industrial, ambiental y ética. La manifestación será en el **corto plazo**, ya que la capacitación laboral - ambiental deberá ser adoptada por los trabajadores directos e indirectos y éstos a su vez transmitirán los conocimientos de manera indirecta a su comunidad. El efecto es **directo**, dependen de las actividades a desarrollarse. Será **acumulativo**, la capacitación laboral - ambiental podrá verse reflejada al interior de las comunidades. La periodicidad será **temporal**, durante las actividades de esta etapa. Se considera **reversible** y **recuperable**, por la duración de la etapa. La periodicidad será **continua**, durante todas las actividades de la etapa. La extensión es **prolongada**, la educación e información proporcionada podrá verse reflejada a nivel AI. Aunque la intensidad sea **muy baja**, ya que no toda la población podrá ser empleada en la obra, se tendrá un influencia sobre la educación laboral – ambiental.

Cuadro 5-7. Valoración de los impactos en la etapa de construcción

Elemento	Componente	ID	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración [I]	Categoría [RC]
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	1	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	-	LP	3	2	2	2	1	5	2	2	-19[LP]	COMPATIBLE-MODERADO
Atmósfera	Calidad del aire	2	Generación de polvo	-	MP	3	2	2	1	1	5	2	2	-18[MP]	COMPATIBLE
Atmósfera	Ruido	3	Generación de ruido	-	CP	3	2	2	1	1	5	2	1	-17[CP]	COMPATIBLE
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	-	CP	3	2	2	10	1	1	1	1	-21[CP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión	-	MP	1	2	1	1	1	5	2	1	-14[MP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	6	Generación de residuos sólidos	-	MP	1	2	2	1	1	1	1	1	-10[MP]	COMPATIBLE
Hidrología	Calidad del agua	7	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	6	3	1	1	5	1	1	-19[CP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	8	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat	-	CP	3	6	3	1	1	5	1	1	-21[CP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	9	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	10	Incremento de la calidad de vida de los habitantes	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO
Social	Educación	11	Incremento en los índices de calidad educativa	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO

5.2.3 Operación - mantenimiento

Para esta etapa se han identificado 7 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

1. **Aumento en las concentraciones de gases efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, ya que toda combustión interna de los vehículos usados en esta etapa emite gases de efecto invernadero. La manifestación es en el **largo plazo** para el SA. El efecto es **directo**, se considera un efecto directo ya que se deriva de la combustión interna de los automotores. La acumulación es **simple**, dado que el uso de los vehículos en esta etapa será esporádico. La duración es **temporal**, ya que sólo se usarán los vehículos durante las actividades de esta etapa (diarias). Se considera **reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. Es **recuperable**, la compensación ambiental (reforestación) absorbe el CO₂ emitido por los vehículos y maquinaria. La extensión es **puntual**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel local. La intensidad es **muy baja**, el uso de vehículos solo será en caso estrictamente necesario, además tendrán un programa de mantenimiento preventivo.
2. **Generación de polvo.** El polvo en exceso puede ser un impacto **negativo** para la vegetación y las personas. Su manifestación se dará en el **corto plazo**, solo al transitar los vehículos durante las actividades de esta etapa. Su efecto es **directo**, ya que obedece, principalmente al uso de vehículos. La acumulación es **simple**, dado que el uso de los vehículos será de tipo eventual. La duración será **temporal**, el uso de vehículos será **temporal**, ya que sólo se usarán durante ciertos periodos de trabajo. Es **reversible**, ya que el flujo de vehículos será eventual. Es **recuperable**, la recuperación del impacto es inmediata ya que el tránsito de vehículos será eventual. El uso de vehículos y maquinaria sólo será en caso de ser estrictamente necesario por lo tanto es de **posible ocurrencia**. Por la extensión es **puntual**, puede establecerse que la generación de polvos es nivel local. La intensidad será **muy baja**, el uso de vehículos solo será en las horas de trabajo diario.
3. **Generación de residuos sólidos.** Es un **impacto negativo**, durante la etapa se incrementa la presencia humana y por lo tanto se generan residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. La manifestación será en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. su efecto es **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. La acumulación es **simple**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. Su duración es **temporal**, está relacionado con la presencia humana. Es **reversible**, de generarse el impacto puede ser fácilmente reversible al retirar de las áreas ocupadas. Es **recuperable**, el suelo contaminado puede llegar a recuperar su condición inicial. La ocurrencia puede llegar a ser **periódica**, la generación de los residuos está íntimamente relacionada con la presencia humana. La extensión es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. Su intensidad es **muy baja**, ya que se prevee que estará en función de las actividades a desarrollar.
4. **Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas).** Es un impacto **negativo**, será generado principalmente por el paso de los vehículos al compactar el suelo de los caminos de acceso. La manifestación será en el **corto plazo**, desde el inicio de las actividades que lo generen y la intensidad podrá verse incrementada en la temporada de lluvia. El efecto es **indirecto**, la pérdida de suelo es producto de la erosión hídrica. La acumulación es **simple**, dado que para esta etapa la producción de sedimento será mínima. La duración es **temporal**, el impacto se manifiesta sobre todo en la temporada de lluvias, y el desgaste del camino será mínimo. Es **reversible** deberán ser aplicadas medidas de control de la erosión y obras de drenaje en los caminos de acceso. Es **recuperable**, se deben mantener las medidas de control de la erosión para esta etapa. La cantidad de azolves está relacionada con las precipitaciones del sitio, por lo tanto, es de **posible ocurrencia**. La extensión es **puntual**, se considera a nivel local. La intensidad será **muy baja**, si se da seguimiento al programa de restauración de suelos.
5. **Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.** Es un impacto **negativo**, de no aplicar las medidas adecuadas la afectación a individuos en categoría de riesgo o de lento desplazamiento pueden resultar afectadas (desplazadas). La manifestación es a **corto plazo**, solo podría presentarse cuando se tengan actividades de mantenimiento. El efecto es **indirecto**, ya que las actividades están orientadas hacia el aprovechamiento de minerales subterráneos. De acumulación **simple**, la afectación será mínima, dado que las

actividades se realizan en su mayoría en las minas subterráneas. La duración es **temporal**, la afectación será únicamente durante las actividades a desarrollar. Es **reversible** al dejar el estrato herbáceo y arbustivo en el entorno inmediato a las áreas ocupadas donde se mantendrán las condiciones para el hábitat de la fauna. Es **recuperable**, al cesar las actividades a desarrollar. Es de **posible** ocurrencia, no se han identificado especies de flora y fauna en categoría en el sitio. La extensión es **puntual**, se considera a nivel local. La intensidad será **muy baja** con referencia al SA.

6. **Incremento de la calidad de vida de los habitantes.** Es un **impacto positivo**, con el desarrollo de las actividades de esta etapa se tendrá la necesidad generar empleos directos e indirectos de las comunidades cercanas. La manifestación será en el **largo plazo**, por la duración de la derrama económica que generan los proyectos mineros sustentables. El efecto es **directo**, la generación de empleos depende esta íntimamente relacionada con la economía local. Es considerado como **sinérgico**, ya que puede generar una derrama económica, que a su vez mejora la calidad de vida y flujo económico regional. La duración es **permanente**, la generación de empleos será durante la vida útil de esta etapa. Es **irreversible**, los beneficios y mejora en la calidad de vida es durante toda la vida útil. Es **irrecuperable**, la generación de empleos y nuevas actividades recreativas, impactará de manera positiva en la calidad de vida de los habitantes. La periodicidad será **continua**, la derrama económica se mantendrá a largo plazo. La extensión será **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance en el SA. La intensidad será **máxima**, considerando la derrama económica local y regional.
7. **Incremento en los índices de calidad educativa.** Es un **impacto positivo**, al contar con más y mejores fuentes de empleo, por tanto, hay más acceso a la capacitación (empleos formales). La manifestación será en el **largo plazo**, dado que el rezago en educación para esta región es muy bajo y se verá reflejado en el largo plazo. El efecto es **directo**, depende de la generación de más y mejores empleos. La acumulación es **sinérgica**, ya que con nuevos empleos con obreros capacitados producirá efectos positivos en la cultura regional. La de duración **permanente**, la capacitación es considerada una inversión personal. Es **irreversible**, los beneficios y mejora de la calidad de vida se refleja en el arraigo y cultural general. Es **irrecuperable**, el acceso a nuevas formas de capacitación impactará de manera positiva en la calidad de vida de los habitantes en el largo plazo. El efecto es **continuo**, los empleos se mantendrán durante la vida útil. La extensión es **prolongada**, las opciones de educación tendrán impacto en el SA. La intensidad será **máxima**, aunque los impactos en la educación se verán reflejados en el largo plazo, se tendrá un impacto fuertemente representado en las comunidades.

Cuadro 5-8. Valoración de los impactos en la etapa de operación - mantenimiento

Elemento	Componente	ID	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración [I]	Categoría [RC]
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	1	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	-	LP	3	1	1	1	1	1	1	1	-10[LP]	COMPATIBLE-MODERADO
Atmósfera	Calidad del aire	2	Generación de polvo	-	CP	3	1	1	1	1	1	1	1	-10[CP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	3	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	1	1	1	1	1	1	1	-8[CP]	COMPATIBLE
Hidrología	Calidad del agua	4	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	CP	1	1	1	1	1	1	1	1	-8[CP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	5	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	-	CP	1	1	1	1	1	1	1	1	-8[CP]	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	6	Incremento de la Calidad de vida de los habitantes	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO
Social	Educación	7	Incremento en los índices de calidad educativa	+	LP	3	8	6	10	7	7	9	12	+62[LP]	CRÍTICO

5.2.4 Abandono del sitio

Para esta etapa se han identificado 9 impactos ambientales y su caracterización es la siguiente:

1. **Aumento en las concentraciones de gases efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, ya que toda combustión interna de los vehículos usados emite gases contaminantes al medio ambiente. La manifestación será a **largo plazo**, desde el inicio de las actividades se puede presentar el impacto y será percibido en un largo plazo. Es efecto **directo**, ya que se deriva de la combustión interna de los auto-motores. La acumulación es **simple** por el ámbito de aplicación en el SA, dado la conformación de los ecosistemas por matorrales y pastizales, los cuales son capaces de absorber los gases emitidos. La duración es **temporal**, ya que sólo se usarán los vehículos durante las actividades de esta etapa (diarias). Es **reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. Es **recuperable**, la compensación ambiental (reforestación) absorbe el CO₂ emitido por los vehículos y maquinaria. Es **periódico**, ya que solo se usarán vehículos durante las actividades diarias. Es **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel local. La intensidad será **muy baja**, ya que la maquinaria y vehículos ha utilizar deberán ser sometidos a mantenimiento preventivo.
2. **Generación de polvo.** El polvo en exceso es un impacto **negativo** para la vegetación y los obreros y trabajadores. El efecto será a **mediano plazo**, por la circulación de los vehículos en las actividades de la etapa; sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de las lluvias, dónde será poco perceptible. El efecto es **directo**, ya que obedece, principalmente a la compactación de los caminos por el tránsito de los vehículos. La acumulación es **simple**, dado que el uso de los vehículos es eventual. La duración es **temporal** dado a que el uso de los vehículos será en ciertos periodos de trabajo. Es **reversible**, ya que con las medidas de protección y acondicionamiento de los caminos de acceso se evita la generación de polvo. Es **recuperable**, la recuperación del impacto es inmediata al aplicar humedecimiento a los caminos de acceso. La extensión es **puntual**, puede establecerse que la generación de polvos es a nivel local. La intensidad será **muy baja**, el uso de los vehículos solo será solo en horas de trabajo.
3. **Generación de ruido.** Es un impacto **negativo**, el ruido perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones a las personas si no se usa el equipo de protección auditiva adecuado. La manifestación es a **corto plazo**, con el uso de los vehículos y maquinaria en las actividades en esta etapa. El efecto es **directo**, con el uso de la maquinaria y vehículos principalmente. Se considera **acumulativo**, el ruido puede incrementarse a medida que se usa más maquinaria y vehículos en el sitio. La duración es **temporal**, ya que depende del tiempo de uso de la maquinaria y los vehículos. Se considera **reversible**, una vez agotadas las actividades el ruido cesará. Es **recuperable**, al establecer horarios y tiempos de trabajo el ruido generado cesará. Es **periódico**, obedece al tiempo de uso de los vehículos y maquinaria. Su extensión es **parcial** y puede definirse que la mayor afectación será a nivel local y la intensidad será **muy baja**.
4. **Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.** Es un impacto **negativo**, porque se trata de remover suelos para acondicionar los patios de metales y tepetate. Su manifestación es a **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades, que lo generen y su intensidad podrá verse incrementada por la temporada de lluvia. El efecto es **directo**, se removerá suelo mineral para acondicionar los patios; por lo tanto es un impacto directo. Se considera **acumulativo**, el movimiento geológico puede generar erosión y azolves. La duración es **temporal**, en las actividades de preparación y acondicionamiento de los patios. Es **reversible**, el material geológico podrá recuperarse y con las medidas adecuadas podrá estabilizarse el material. Es **recuperable**, con las medidas para la estabilización de los patios la recuperabilidad será casi inmediata. La periodicidad es de **posible ocurrencia**, en caso de presentarse el impacto, podrá incrementarse en la época de lluvias. La extensión es **puntual**, la afectación no será significativa, pues los patios tienen dimensiones pequeñas. La intensidad es **muy baja**, el impacto tendrá influencia a nivel local.
5. **Generación de residuos sólidos.** Es un impacto **negativo**, al ejecutar las actividades se incrementa la presencia de personas y por tanto se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. La manifestación será a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. El efecto es **indirecto**, los residuos se generan de manera indirecta sobre el medio ambiente. Se considera **acumulativo**,

de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. La duración es **temporal**, está relacionada a las actividades antropogénicas y al tiempo de duración de las actividades. Es **reversible**, de generarse el impacto puede ser fácilmente remediable. Es **recuperable**, los componentes del medio ambiente contaminados pueden llegar a recuperar su condición inicial. Es **periódico**, la generación de residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. La intensidad es **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel local. La intensidad es **muy baja**, ya que las actividades y presencia humana es baja.

6. **Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas).** Es un impacto **negativo** que ocurre principalmente por el paso de los vehículos. Se manifestará a **mediano plazo**, aunque desde el inicio de las actividades que lo generen y la intensidad podrá verse incrementada en la temporada de lluvias. El efecto es **indirecto**, el incremento de los azolves es producto de la erosión, es decir es un impacto indirecto. Se considera **acumulativo** ya que obedece sobre todo a la temporada de lluvias. La duración es **temporal**, ya que solo se manifestará en la temporada de lluvias. Es **reversible**, considerando que con las medidas de mitigación y control de la erosión la condición de los azolves en los cuerpos de agua vuelva a su normalidad en la siguiente temporada de lluvias. Se considera como de **posible ocurrencia**, la cantidad de azolves está relacionado al comportamiento del volumen de los cuerpos de agua y éste a su vez obedece a la temporada de lluvia y sequías. La extensión es **puntual**, la extensión se considera a nivel local. La intensidad es **muy baja**, ya que se prevén medidas de prevención y mitigación.
7. **Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.** Es un impacto **positivo**, después de retirar la infraestructura del sitio la fauna silvestre que está enlistada en las categorías de riesgo podrá regresar a su hábitat. El efecto será en el **mediano plazo** hasta que el estrato arbóreo esté totalmente recuperado. Es un efecto **indirecto**, ya que las actividades están enfocadas a retirar toda la infraestructura del sitio. Se considera **sinérgico**, por la estrecha relación que guarda la cobertura vegetal con la fauna silvestre. La duración es **permanente**, ya que está ligado al tiempo que tardará en establecerse la vegetación original. Se considera **reversible**, al permitir el establecimiento de la vegetación original se facilitan las condiciones para el hábitat de la fauna. Es **recuperable**, durante las actividades de abandono se deberá llevar un programa de rescate de especies de fauna. Su periodicidad es **continua**, el beneficio de la cobertura vegetal para la fauna es continuo. La extensión será **puntual** por la superficie ocupada y la intensidad es **muy alta**.
8. **Incremento de la calidad de vida de los habitantes.** En esta etapa la calidad de vida se verá afectada de manera **negativa** al no contar con las fuentes de empleo. La manifestación será inmediata (**corto plazo**), al reducir la derrama económica ya que no se podrán diversificar las actividades productivas de la región. El efecto es **directo**, se verá afectada la calidad de vida por la falta de empleos. Es **permanente**, una vez que no se cuente con las fuentes de empleo la economía se verá afectada. Es **irreversible**, al dejar a la población sin fuentes de empleo se verá afectada su economía. Es **irrecuperable**, impactará de manera negativa en la calidad de vida de los habitantes. Su periodicidad es **continua**, el ingreso económico que ocurrió repercute directamente en la derrama económica regional. La extensión será, **prolongada**, la afectación económica tendrá alcance a nivel regional. La afectación será **máxima**, sobre todo en la derrama económica que se pierde.

Cuadro 5-9. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio (en su caso)

Elemento	Componente	ID	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración [I]	Categoría [RC]
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	1	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	-	LP	3	1	2	1	2	5	2	1	-17[LP]	COMPATIBLE-MODERADO
Atmósfera	Calidad del aire	2	Generación de polvo	-	MP	3	2	2	1	1	5	2	1	-17[MP]	COMPATIBLE
Atmósfera	Ruido	3	Generación de ruido	-	CP	3	2	2	1	1	5	2	1	-17[CP]	COMPATIBLE
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	-	MP	3	2	2	1	1	1	1	1	-12[MP]	COMPATIBLE
Edafología	Composición física	5	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	1	1	1	5	2	1	-14[CP]	COMPATIBLE
Hidrología	Calidad del agua	6	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	-	MP	1	2	2	1	1	1	1	1	-10[MP]	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	7	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo	-	CP	3	6	3	1	1	5	1	1	-21[CP]	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	8	Incremento de la calidad de vida de los habitantes	-	CP	3	8	6	10	7	7	9	12	-62[CP]	CRÍTICO

5.3 Jerarquización de los impactos

Para realizar una evaluación completa y poder estimar qué impactos tienen un mayor efecto sobre la calidad ambiental, es necesario llevar a cabo una ponderación de la importancia de los elementos, en cuanto a su mayor o menor contribución a la calidad del medio ambiente. Para ello se debe atribuir a cada elemento del medio un índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (UI), de forma que el valor asignado a cada elemento resulta de la distribución de 100 unidades asignadas al total de elementos ambientales.

Se elabora una matriz de importancia utilizando los impactos de la **matriz de identificación** y los totales de la **matriz de valoración de impactos**; en este punto, si se procede a la suma absoluta de los valores por filas o por columnas, dichos valores no serán comparables entre sí, pero serán útiles en el caso de comparar varias alternativas sobre un elemento concreto, **de forma que valores absolutos mayores, supondrán mayores afectaciones**. El objetivo de la realización de una matriz de importancia es poder determinar qué acciones son las más impactantes (relevantes) y qué elementos del medio se verán más afectados y esto se conseguirá si incluimos las UI asignadas.

Cada valor introducido en la matriz será multiplicado por su UI correspondiente y dividido por el total de las UI (es decir 100). La sumatoria de todos los valores por filas y por columnas dará como resultado la importancia relativa. En este caso los valores obtenidos serán comparables unos con otros, por lo que los valores más altos, supondrá mayores afectaciones. De esta forma será posible determinar el orden de los impactos más relevantes y las acciones más agresivas con el medio ambiente.

Con estos datos se **podrá determinar el impacto global** categorizado en; **compatible, moderado, severo o crítico**, según las definiciones de dichos conceptos en un contexto global y teniendo en cuenta especialmente aquellos impactos caracterizados como severos o críticos, cuyos valores de importancia sean relevantes **de forma absoluta y sobre todo en forma relativa**.

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. La asignación de las unidades de importancia se dio bajo el supuesto de que todos los elementos del medio tienen la misma importancia dentro del ecosistema, por lo tanto, en una primera aproximación se dividió el total de elementos entre 100, una vez que se obtuvo el factor, se dividió considerando el total de impactos para cada elemento, esa asignación provisional posteriormente fue modificada según los criterios del grupo técnico que la evaluó. Es decir que la asignación de UI está en función de la suma absoluta de todos los impactos (%).

$$UI_{general} = \sum \frac{100}{\text{Elementos}}$$

$$UI_{provisional} = \sum \frac{UI_{General}}{\text{Impactos del elemento}}$$

UI = modificación discrecional basada en la UI profesional

2. Obtener la **suma absoluta** de cada impacto para todas las etapas ($I_{impactos}$).

$$\sum |I_i|; i = \text{es el impacto para todas las etapas}$$

3. Obtener la **suma absoluta** de los impactos de cada etapa (I_{etapas}).

$$\sum |I_j|; j = \text{son los impactos para cada una de las etapas}$$

4. Obtener la suma absoluta de **todos los impactos** (I_{total}).

$$I_{total} = \sum |I_{ij}| = \sum |I_{ji}|$$

5. Jerarquizar (JI) los elementos más impactados, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula siguiente:

$$JI_i = \sum \frac{I_i * UI}{100}$$

6. Jerarquizar (JI) las etapas en las que se presentan más impactos, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula siguiente:

$$JI_j = \sum \frac{I_j * UI}{100}$$

La metodología de cálculo para la jerarquización de los impactos se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro 5-10. Jerarquización de los impactos

Elemento	Componente	ID	Impacto	UI general	Unidades de Importancia (UI)	Preparación del sitio	Construcción	Operación - Mantenimiento	Abandono del sitio	Suma absoluta (i)	Suma relativa (JI)
			Aumento en la concentración de gases efecto invernadero								
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	1		15	5	-17	-18	-10	-16	61	3.05
Atmósfera	Calidad del aire	2	Generación de polvo		5	-17	-18	-10	-17	62	3.1
Atmósfera	Ruido	3	Generación de ruido		5	-17	-17	0	-17	51	2.55
Geología	Material superficial	4	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión	13	13	-12	0	0	0	12	1.56
Edafología	Composición física	5	Incremento en los procesos de erosión	22	12	-23	-21	0	0	44	5.28
Edafología	Composición física	6	Generación de residuos sólidos		10	-14	-14	-8	-14	50	5
Hidrología	Calidad del agua	7	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	9	9	-10	-10	-8	-10	38	3.42
Biota	Fauna silvestre	8	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat	16	5	-19	-19	-8	35	81	4.05
Biota	Fauna silvestre	9	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo		5	-21	-21	-8	35	85	4.25
Social	Calidad de vida	10	Incremento de la calidad de vida de los habitantes	14	7	44	44	62	-62	212	14.84
Social	Educación	11	Incremento en los índices de calidad educativa		7	26	26	62	-62	176	12.32
Suma absoluta (j)				89	83	220	208	176	268	872	59.42
Suma absoluta (JI)						16.07	14.37	12.00	16.98	59.42	

Del análisis de los impactos por elemento, el suelo resultó presentar el valor más alto, seguido de la biota (principalmente la fauna) y la atmósfera (por las emisiones). El impacto sobre el elemento **social** fue el que presentó los valores **positivos** más altos. Por su parte el componente geológico ocupa el quinto lugar, seguido del paisaje. Por último, el sistema hidrológico será el menos afectado en el análisis realizado. El proceso de jerarquización por elemento ambiental se resume en la figura siguiente.

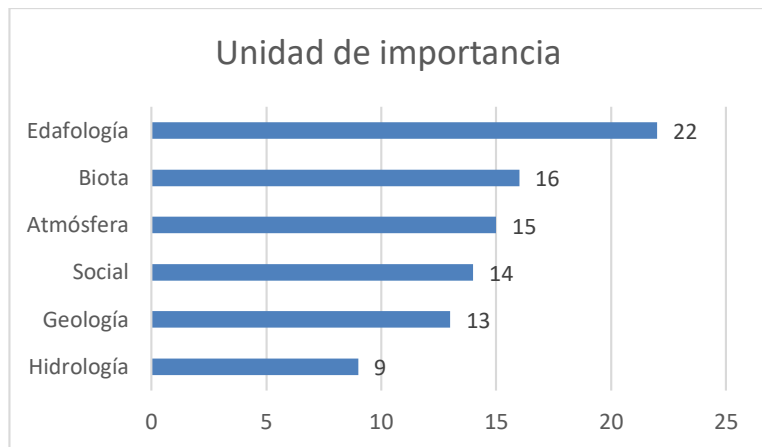


Figura 5-1. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento

El dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro 5-11. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa

Etapa	Categoría	No. Impactos	%
Abandono del sitio	Compatible	7	16.67
	Compatible-moderado	1	2.38
	Crítico	2	4.76
Construcción	Compatible	9	21.43
	Compatible-moderado	2	4.76
Operación y mantenimiento	Compatible	6	14.29
	Crítico	2	4.76
Preparación del sitio	Compatible	9	21.43
	Compatible-moderado	4	9.52

En general, los impactos críticos representan un porcentaje bajo en la etapa de abandono del sitio, sin embargo, estos impactos son de carácter positivo, en contraste esta categoría de impactos para la etapa de preparación del sitio es negativo. Por su parte los porcentajes más altos en las diferentes etapas los representan los impactos ambientales compatibles.

Finalmente, la valoración global de todos los impactos ambientales del análisis realizado se resume en la gráfica siguiente.

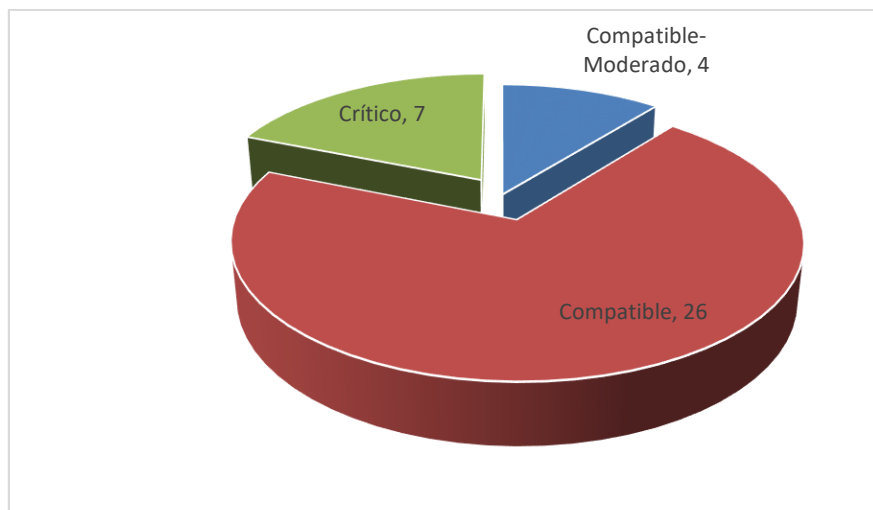
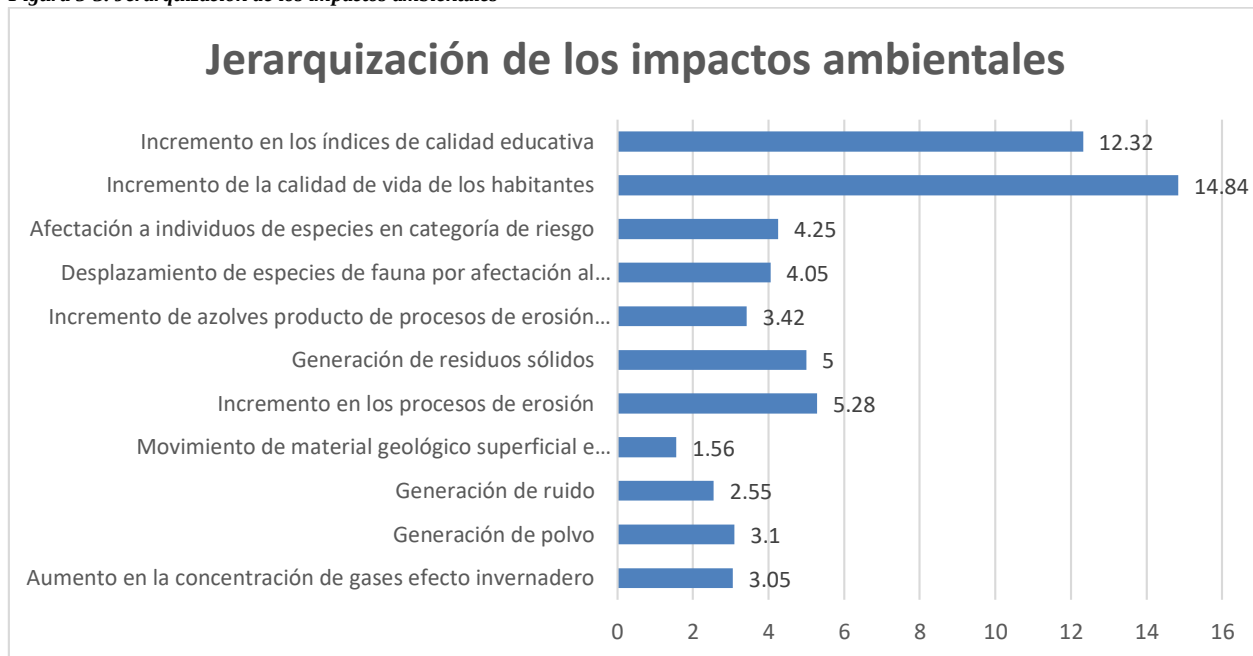


Figura 5-2. Distribución de los impactos ambientales por categoría

Por su parte, la jerarquización de los impactos ambientales por etapa se resume en la gráfica siguiente.

Figura 5-3. Jerarquización de los impactos ambientales



Del análisis de la jerarquización de los impactos, se puede concluir lo siguiente:

1. El incremento de la calidad de vida de los habitantes es el de mayor importancia, ya que se presenta en todas las etapas y solo en caso del abandono del sitio se vuelve de naturaleza negativa.
2. El incremento de los índices de calidad educativa, será de los beneficios más importantes a las poblaciones.
3. El incremento de los procesos de erosión con un valor de **5.28** es el impacto **negativo** de mayor valor, y se manifestará en todas las etapas a desarrollar. Sólo en caso del abandono del sitio el impacto se volverá positivo.

4. De no aplicar las medidas de prevención y mitigación se tendrá incremento de generación de residuos sólidos, es el principal impacto de importancia local, aunque en las etapas que se presenta es considerado como compatible.
5. Se podrá afectar especies en categoría de riesgo, por la afectación del hábitat, posteriormente el impacto se seguirá dando por las actividades a desarrollarse, y fue catalogado como un impacto compatible y que se presentará en todas las etapas.
6. El desplazamiento de la fauna por la afectación del hábitat, posteriormente el impacto se seguirá dando por las actividades a desarrollarse, y fue catalogado como un impacto compatible y que se presentará en todas las etapas.
7. El incremento a los procesos de erosión está vinculado con la presencia de la temporada de lluvias, y de no aplicarse las medidas de prevención y mitigación se podrá convertir en un proceso de azolvamiento de los cauces.
8. Con el uso de maquinaria y vehículos, se generarán gases tipo invernadero en todas las etapas, sin embargo, con las medidas preventivas y dado a la vegetación existente, éste no será de mayor importancia.
9. La generación de polvo se presenta en todas las etapas, pero no se considera como un impacto de importancia, dadas sus características.
10. La generación de ruido será producida en todas las etapas y es catalogado como un impacto compatible.
11. El movimiento geológico solo se presentará en temporada de lluvias y es catalogado como un impacto compatible.

6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Del análisis del capítulo anterior, la mayoría de los impactos ambientales son **compatibles** (recuperación inmediata tras el cese de la actividad) y, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan principalmente sobre los componentes **suelo y fauna**.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas que se establecen están basadas en los resultados de la caracterización de las actividades y el medio ambiente y en la normatividad ambiental aplicable. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales significativas a cada elemento del medio ambiente. Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el riesgo de incidentes o accidentes que causen su degradación.

6.1.1 Clasificación de las medidas

La agrupación de las medidas propuestas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a la etapa de aplicación. Las categorías de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental se agrupan de la manera siguiente:

A) Medidas preventivas

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos ambientales que pudieran registrarse por la ejecución o como resultado de las actividades programadas en cualquiera de las etapas establecidas. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño y su forma de ejecución a fin de evitar o en el caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo como el más importante por la trascendencia de la prevención.

B) Medidas de mitigación

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que las acciones pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

C) Medidas de restauración

También denominadas como de **corrección o de rehabilitación**. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstruir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño de las acciones y obras, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración de los factores del medio ambiente, previamente evaluadas las condiciones antes y después de que ocurra el impacto.

D) Medidas de compensación

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

6.1.2 Medidas propuestas para cada elemento ambiental**6.1.2.1 Atmósfera**

1. Se evitará en lo posible la emisión de contaminantes mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
2. Se prohibirá el uso del fuego en la remoción de la vegetación para evitar la contaminación por humos y riesgos de incendios forestales.
3. Humectar los suelos sueltos en los caminos de acceso de mayor tránsito de vehículos para mitigar la generación de polvos al ambiente.
4. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
5. Respetar las normas ecológicas para la protección del aire.

6.1.2.2 Geológico

6. Estabilizar el material resultante de la extracción de minerales y estabilizar los taludes para disminuir la concentración de agua y los problemas de erosión por arrastre de suelo (en todos los sitios).

6.1.2.3 Suelo

7. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos de acceso a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos, así como para disminuir la frecuencia de su mantenimiento y mejorar el confort del conductor.
8. Se evitará en lo posible el realizar mucho movimiento en un solo lugar para evitar la compactación del suelo.
9. Los residuos líquidos como lo son aceites, solventes y grasas, que se generen en diferentes etapas, no se deberán derramar en el suelo, ni ser vertidos en los cuerpos de agua, por esto se enviarán a un almacén temporal de residuos ubicado en la comunidad de San Lucas de Ocampo donde serán colectados y enviados a empresas que los reciclen.
10. Mantener en buenas condiciones obras de drenaje (cunetas) en las zonas laterales a la calzada de rodamiento de los caminos de acceso.
11. Para evitar la contaminación con hidrocarburos del suelo, las áreas de almacenamiento y suministro de combustibles y lubricantes, el mantenimiento se dará en talleres autorizados.
12. Implementar un programa de control de la erosión.
13. Respetar las normas ecológicas para la protección del suelo.

6.1.2.4 Agua

14. Se prohíbe el vertido de los residuos peligrosos como aceites, estopas impregnadas, etc., en los cuerpos de agua.
15. Para reducir la producción de sedimentos, realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos de acceso y patios fuera de la época de lluvias.
16. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.
17. Conservar la vegetación distribuida en las inmediaciones de los cuerpos de agua, respetando la zona de transición (ecotono) entre los sistemas acuáticos y las comunidades vegetales adyacentes.
18. Los trabajos de suministro de agua potable e industrial deberán cumplir con lo establecido por la CONAGUA, para no perturbar los ecosistemas acuáticos de los cuerpos de agua.
19. Las aguas de los servicios sanitarios y baños se encauzarán a un sistema de tratamiento mediante la red de drenaje de la comunidad de San Lucas de Ocampo.
20. Respetar las normas ecológicas para la protección de agua.

6.1.2.5 Paisaje

21. Colectar y transportar fuera del sitio de la obra y áreas circunvecinas, todos los materiales de desecho tales como: madera, plástico, cartones, pedacería de metal, vidrios, etc., así como el material no degradable generado durante las diferentes etapas de la obra, y enviarlos a centros de acopio, o a los sitios que designen para ese fin las autoridades municipales, estatales y federales.
22. Adicionalmente se realizará un **programa de REFORESTACIÓN** para mejorar el aspecto visual de las áreas desprovistas de vegetación que no son usadas para alguna obra en lo particular.

23. La basura doméstica o residuos sólidos orgánicos generados se enviarán al relleno sanitario de San Juan del Río.

6.1.2.6 **Vegetación**

24. Prohibir el uso del fuego para prevenir los riesgos de incendios forestales.
25. Se prohíbe realizar quemas de maleza, utilizar maquinaria pesada fuera de los caminos, herbicidas y productos químicos.

6.1.2.7 **Fauna**

26. Prohibir la cacería ilegal de especies de fauna silvestre en el sitio.
27. Elaborar y colocar tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal.
28. Eliminar y evitar totalmente la presencia de residuos orgánicos e inorgánicos que pudiesen ser consumidos por los animales silvestres.
29. Permitir el ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad para garantizar su sobrevivencia.
30. El contratista deberá incluir en su plan de trabajo un programa para hacer conciencia en sus trabajadores para evitar la cacería de la fauna de manera ilegal.
31. Establecer, en caso de la presencia de especies faunísticas, nidos y madrigueras el programa de rescate y manejo para la conservación y protección de aquellas consideradas en la NOM-059.
32. Respetar las normas ecológicas para la protección de la fauna.

6.1.2.8 **Sociedad**

33. Creación de empleos directos e indirectos.

6.1.3 **Programas de atención prioritaria**

Con base en la evaluación ambiental realizada en este estudio se considera que en las etapas se presentan impactos ambientales **COMPATIBLES** (recuperación es inmediata tras el cese de la actividad). En los casos de las actividades de bajo impacto, esencialmente se realizarán medidas del tipo preventivas y de mitigación, se tienen considerados los programas siguientes:

6.1.3.1 **Programa de rescate y reubicación de fauna**

En el SA se presenta poca variedad fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las actividades a desarrollar, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia directa de los organismos con la obra durante las etapas de construcción y operación, con énfasis en la etapa de preparación del sitio; por lo que es necesario elaborar e instrumentar un **programa de rescate, protección y conservación de fauna silvestre**, debe mencionarse que el objeto de dicho programa es la protección a la fauna silvestre en general, sin embargo se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren en el listado de la [NOM – 059](#).

6.1.3.1.1 **Objetivos**

General

Conservar la biodiversidad de la fauna silvestre protegiendo aquellas especies de alto valor de importancia ecológica a nivel regional.

Específicos

- Rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre que se encuentran listadas en la [NOM-059](#) dentro del sitio.
- Determinar el método más adecuado para identificar, rescatar y asegurar la sobrevivencia de las especies reubicadas.
- Capacitación del personal que estará involucrado en las diferentes actividades.
- Realizar el rescate y conservación de especies de fauna con valor de importancia ecológica.

6.1.3.1.2 Metas

- Ahuyentar la totalidad de la fauna en el sitio para asegurar su supervivencia.
- Tener un registro de rescate y evidencia fotográfica de la fauna registrada.

6.1.3.1.3 Descripción de las especies de fauna

Cómo se indicó en el apartado 4.22, para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna a nivel SA, y se complementó con la información del levantamiento de campo; con lo que se pudo identificar 43 especies de la fauna, de las cuales 3 tienen alguna categoría de riesgo. Debe tenerse en cuenta que **a nivel local (Al), únicamente se tuvo registro de 2 especies, mientras que a nivel SA se registraron 3 especies**; sin embargo, como medida preventiva, se ha decidido incluir la totalidad de las especies con categoría de riesgo, a nivel SA, pero para fines prácticos sean agrupado por géneros y/o familias.

Cuadro 6-1. Especies de fauna incluidas en la NOM-059

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter	Parabuteo unicinctus	Halcón Harris Aguililla Rojinegra	o PR
REPTILES	Squamata	Viperidae	Crotalus	Crotalus atrox	Cascabel ceniza diamante	o PR
MAMIFEROS	Chiroptera	Phyllostomidae	Choeronycteris	Choeronycteris mexicana	Murciélago Trompudo	A

A = Amenaza, P = En peligro de extinción, Pr = Sujeta a protección

Cuadro 6-2. Descripción general de las especies incluidas en la NOM - 059

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
AVES	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Halcón Harris o Aguililla Rojinegra	es una aguililla oscura que mide de 48.5 a 53.5 cm., de longitud total y de 102 a 120 cm., de envergadura. Sus alas son anchas y redondeadas, mientras que la cola es larga y ligeramente redondeada. Perchando, las puntas de las alas llegan hasta la mitad de la longitud de la cola. Ambos sexos son similares pero las hembras son más grandes, las cuales pesan de 834-1047 gr., mientras que los machos 725 gr. en estado salvaje, puede vivir 11 años; en cautiverio hasta 25 años, ponen de 2 a 4 huevos, que ambos, ella y el macho, se turnarán a incubar los cual sura alrededor de 35 días.
REPTILES	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel ceniza o diamante	Las serpientes de cascabel (<i>Crotalus</i>) son un género de la subfamilia de las víboras de foseta dentro de la familia de los vipéridos. Son serpientes venenosas y endémicas del continente americano, desde el sureste de Canadá al norte de Argentina La serpiente de cascabel es reconocida como la serpiente más venenosa de Norteamérica. Algunas especies pueden alcanzar hasta 2,5 metros de largo, y los 4 kg de peso. Según la especie exacta, tienen un cuerpo delgado y compacto. Su cabeza es más bien plana. El centro del cuerpo está rodeado de escamas que están colocadas en 21 - 29 filas. El color de fondo de esta familia va de amarillento a verdoso, rojizo a pardo con figuras de diamantes blancos por eso es que con ese nombre el cascabel lo forman unos estuches córneos en el extremo de la cola que en caso de peligro les permiten emitir un sonido de aviso de que es peligrosa y quizá proteja la serpiente de ser pisada por los grandes mamíferos. Con cada muda de piel se añade un aro más a este cascabel, lo que permite estimar la edad del animal. Sin embargo, este método no es confiable ya que el cascabel de la serpiente puede ser muy largo y en ocasiones se puede romper, perdiendo así, la cuenta de la edad.
MAMIFEROS	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago Trompudo	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 43.2- 47.8; 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

Cuadro 6-3. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059

Nombre científico	Nombre científico	Nombre científico
<i>Parabuteo unicinctus</i> 	<i>Crotalus atrox</i> 	<i>Choeronycteris mexicana</i> 

6.1.3.1.4 Actividades

En el programa de rescate y reubicación de fauna incluye diferentes actividades, las cuales pueden desarrollarse de manera secuencial, independiente y/o simultánea, las cuales se describen a continuación.

6.1.3.1.4.1 Capacitación al personal

La capacitación del personal que laborará en las diferentes etapas, es una actividad indispensable y será de manera obligatoria realizarla antes de cada obra y/o actividad. Es posible que durante la vida útil de la obra aparezcan animales, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, por lo que es de suma importancia mantener la capacitación del personal aún en la etapa de operación y mantenimiento.

La capacitación se centrará en un taller de educación ambiental en dónde se abordarán los siguientes temas.

- Estado de conservación de los animales silvestres
- Listado de fauna con posibilidad a encontrarse en el sitio y su status en la [NOM – 059](#)
- Actividades de ahuyentamiento
- Importancia de las labores de rescate
- Niveles de peligrosidad de las especies y su tipo de manejo
- Legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias

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 regional.

6.1.3.1.4.2 Ahuyentamiento de la fauna

Al inicio de la etapa de preparación del sitio se realizarán recorridos por el sitio, haciendo el mayor ruido posible para permitir el desplazamiento de la fauna y sólo en caso de existir especies de lento desplazamiento, se deberá realizar el rescate de la especie y ubicarla en un lugar seguro similar a su hábitat.

Aunque existen diferentes técnicas de ahuyentamiento, como la utilización de siluetas, reflectores, cintas de colores, e incluso el uso de humo y uso de feromonas, se ha **elegido el uso de reproducción de sonidos (ruido)** como el método que menor impacto generará y el más eficiente por la naturaleza de la obra.

Reproducción de sonidos (*estímulo auditivo o ruido*)

Uno de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de éstos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.

Puede ser utilizado un **bafle o parlante amplificador** de sonido, o generar el ruido con instrumentos musicales como panderetas, silbatos, trompetas o cualquier otro medio que cause sonidos diferentes a los del ambiente natural. Los sonidos deben generarse en lugares en los que se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable reproducir los sonidos en tiempos y momentos diferentes. Esta técnica ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

6.1.3.1.4.3 Identificación

Una vez que se haya efectuado el ahuyentamiento será necesario conocer si existen individuos a rescatar, por lo que se realizara un recorrido por el sitio, poniendo en práctica la **observación directa e indirecta**.

➤ Observación directa

Consiste en realizar un reconocimiento en el sitio para identificar los individuos a rescatar de manera visual (especies de fauna).

➤ Identificación indirecta

La detección de las especies de manera indirecta consiste en localizar rastro de individuos a través de nidos, excretas, sonidos, etc., que nos permitan conocer su localización exacta.

Con lo anterior, podrá ubicarse si existen individuos, nidos, o madrigueras a rescatarse, y deberá ponerse en práctica la mejor técnica para su manejo.

6.1.3.1.4.4 Métodos para el manejo de las especies

En caso de identificarse algún individuo, deberá aplicarse el mejor método de rescate.

6.1.3.1.4.4.1 Anfibios

Aunque no se identificaron anfibios a nivel SA, se tiene registro de 1 ninguna de ellas en categoría de riesgo; y en caso de llegar a encontrar algún individuo y evaluar que pudiese llegar a ser afectado se podrán aplicar las siguientes actividades:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo y en la punta un recipiente plástico.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de plástico tipo ziploc (con pequeños orificios) con un poco de sustrato húmedo para evitar su desecación, ya que estos individuos dependen de condiciones de elevada humedad para su sobrevivencia.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y liberar, son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día, pero no a plena luz. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

6.1.3.1.4.4.2 Aves

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que el ahuyentamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos donde las aves no responderán a este estímulo se centra principalmente en nidos y polluelos, por lo que en su caso deberá aplicarse las actividades siguientes:

Para la captura:

- Si es grande y se defiende con sus garras o pico (caso de las rapaces y otras especies) tirarle una manta o trapo grande por encima y fijarle las patas juntas con cinta engomada o aisladora. Si es posible hacer lo mismo en el pico.
- Si es pequeño e inofensivo, simplemente tomarlo con las manos suavemente y transportarlo. Los cuidados deben enfocarse a no apretarlo para que respire libremente.

Para transportarlo:

- Lo mejor es llevarlo en una caja de cartón que sea adecuada al tamaño del ave, que no sobre mucho espacio ni que esté muy apretada, pueden ser usadas las jaulas.
- Debe permanecer a oscuras. Si se transporta en una jaula debe estar envuelta en una tela oscura.
- Tiene que disponer de buena ventilación (agujeros en las paredes de la caja o tela de la jaula).
- Al transportar evitar movimientos bruscos, sacudones, golpes y vuelcos de la caja o jaula.
- No golpear las paredes o mover la caja o jaula para saber si el ave aún está viva (se debe observar por los orificios de la misma).
- Evitar que otros animales husmeen, ladren, arañen o ataquen la caja o jaula.
- No alimentarlo ni darle agua (siempre que se llegue al lugar de rescate en menos de dos horas).
- Evitar toda causa de estrés.

¿Qué hacer si el ave no se presenta sana?

- Se debe tratar de identificar qué problema tiene:

Fractura. Las alas y patas son las extremidades de fractura más frecuentes. Es relativamente fácil diagnosticarlo ya que el miembro tiene forma y/o movimientos que no son los naturales (es posible comparar las formas y movimientos del par de miembros homólogos para ver posibles diferencias entre ellos). Se pueden presentar dos posibilidades ante una fractura.

Abierta, junto a un hueso quebrado hay una herida. En caso de fractura abierta debe iniciarse por desinfectar la herida (iodóforo), tres veces por día, durante dos días. Se debe tratar de mantener el miembro más o menos inmovilizado para que no se agrave ni duela. Se debe administrar un antibiótico, durante 7 días. Luego de los dos primeros días de desinfección, si la herida aparenta estar bien se debe inmovilizar el miembro durante 20 días.

Cerrada, únicamente hay fractura y no hay heridas. Si es un ala debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando el ala contra el mismo en posición normal. La otra ala debe quedar libre. En caso que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida. Si es una pata debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando la pata contra el mismo en posición normal. La otra pata debe quedar libre. En caso que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida.

Este tratamiento puede tener éxito o no. Por esa razón siempre lo más conveniente es consultar un veterinario dedicado a aves y/o mascotas.

Heridas. En general las heridas en las aves tienen poco sangrado. Si existiera debe comprimirse la zona sangrante hasta que se detenga la hemorragia. Tanto las heridas grandes como pequeñas terminan cicatrizando. Lo importante es evitar o cortar la infección. Con curas de iodóforo tres veces por día y algún antibiótico es suficiente. Seguir con este tratamiento hasta que la herida cierre.

Otros estados patológicos. Muchas veces no hay signos claros de una enfermedad para que una persona sin conocimientos pueda hacer un diagnóstico como en los casos anteriores. Se puede apreciar al ave que no come y/o está decaída y/o tiene diarrea y/o estornuda o tose. En estos casos se debe administrar un antibiótico. Es importante que lo vea un veterinario dedicado a las aves o mascotas.

Alimentación y nido

Alimentación. Para saber que alimento suministrar al pichón se debe saber si es una rapaz o no, ya que las demás especies pueden ser alimentadas, en principio con la misma comida.

Como saber si es una rapaz. Dos datos son fundamentales para saberlo: i) Pico relativamente voluminoso y grueso, ganchudo y ii) Patas fuertes y con uñas en forma de garra.

Alimentando una rapaz. Administrar carne picada colocándola dentro del pico de la rapaz. Con el paso de los días abrirá el pico pidiendo ser alimentado cuando ve llegar la carne. Cuando tenga algunos días acostumbrado a la comida poner carne en el suelo hasta que comience a comerla por voluntad propia. A partir de allí seguir de esta forma. Administrar carne hasta que se note un crecimiento en el buche. Repetir la comida cada vez que el buche desaparezca. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente de la carne. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación. El próximo paso es la reintroducción en su hábitat.

Alimentando un ave de otra especie. Cuando no se trate de una rapaz, si bien cada especie da su tipo de alimento, este puede ser el alimento para administrar: hervir un huevo y una papa (sin sal) durante 10 minutos. Pisarlos con un tenedor (puré). Guardar en la heladera. Cuando se tenga que administrar, tomar un poco de la heladera, agregarle algo de agua (para que quede chirlo). Introducirlo en una jeringa de dar inyecciones, abrir el pico, poner la punta de la jeringa hasta dentro de la garganta y descargar el alimento. Cuando el buche sea notorio dejar de alimentar. Repetir cuando el buche se vacíe. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente del puré. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación.

Nido. Construir un nido, de tamaño adecuado al ave, con papel de cocina sobre un plato hondo (sopero). Mantener una temperatura adecuada. Se puede usar una bombita eléctrica de 60 watts, a 25 centímetros por encima del pichón y en un extremo del nido. De esa forma la cría pueda alejarse o acercarse a la fuente de calor. También es posible como forma alternativa colocar una bolsa de agua caliente bajo el nido. Lo mejor es alternar la bombita durante el día y la bolsa de agua caliente en la noche.

Liberación. La liberación y reintroducción en su medio ambiente es el último paso a seguir. Se deben llenar estos requisitos para que el ave pueda ser reintroducida:

- 1) Volar, nadar, correr (según sea/n su modo/s de desplazarse) de forma normal.
- 2) Alimentarse por sí solo.
- 3) Que sus dos ojos estén sanos y con buena visión.
- 4) Que no tenga **impronta**.
- 5) Bien alimentado. Una vez liberado debe dejársele comida, donde fue suelto, por si no encuentra por su cuenta otro alimento.
- 6) Sano liberarlo en un ambiente y en las condiciones con las siguientes características:
 - 1) Medio ambiente donde normalmente vive la especie (monte, bañado, costa marina, etc.).
 - 2) En una zona donde habitualmente no se encuentren personas.
 - 3) En lo posible alejado de posibles depredadores de la especie.
 - 4) Cerca de donde pueda encontrar alimento (de acuerdo a su especie) y agua.
 - 5) Lejos de aerogeneradores y otras infraestructuras humanas.
 - 6) Dejarlo salir por propia voluntad de la caja o jaula.
 - 7) Esperar 1/2 hora antes de liberarlo luego de haber concluido el viaje hacia el lugar de suelta.
 - 6) En horas del amanecer.
 - 7) Buen clima.

Como evitar la impregnación. Se sugiere en caso de tener que alimentar, cuidar o rescatar algún ejemplar seguir estas indicaciones:

- 1) Infórmese sobre los hábitos y comportamientos del ave que está criando para imitar a los padres.

- 2) Coloque un espejo, en la caja o jaula, en el que pueda ver su cuerpo entero.
- 3) Limite los sonidos de su especie o use grabaciones.
- 4) Trate de confeccionar un muñeco con la forma, tamaño y colores similares a los adultos de su especie. Esta especie de maniquí debería ser de forma que el pico sea la jeringa con la que se administra el alimento.
- 5) Evite exponerse donde pueda ser visto por la cría.

6.1.3.1.4.4.3 Reptiles

Réptiles comunes. Derivado del posible inventario faunístico a encontrarse en el sitio, pueden existir diferentes tipos de lagartijas, gecos y alicantes, los cuales pueden ser fácilmente manejados con las acciones siguientes:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo en la punta.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de tipo costal, que permita la entrada de aire.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar. La liberación nunca debe ser en la noche, ya su temperatura corporal depende del ambiente. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

Víboras. Se realizarán recorridos cercanos al sitio, 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.

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 taparlo 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”**.

6.1.3.1.4.4 Mamíferos

Al igual que las aves, los mamíferos son muy sensibles a los sonidos, y en general las especies de mamíferos con posibilidad de encontrarse en el sitio son de rápido desplazamiento. Estos individuos se moverán con el ahuyentamiento y con el ruido de los trabajos, sin embargo, en caso de llegar a identificado alguno de los organismos antes mencionados será capturado y transportado para posteriormente liberarlo en un área similar.

En caso de llegar a encontrar algún individuo que sea sujeto a rescate y reubicación se podrá utilizar el siguiente equipo:

Gancho para manejo: Permite la manipulación de los animales de forma ligera. Está fabricado en aluminio y/o madera, con dos soportes de espuma para brindar un mejor agarre al equipo.

Guacales para transporte: Se trata de una especie de jaula o caja plástica de diferentes tamaños en las cuales se ubica el animal, ya sea para su transporte o para mientras se encuentra en tratamiento.

Botes plásticos: recipientes plásticos para el traslado de animales al área de depósito.

6.1.3.1.4.5 Cronograma

Se realizarán recorridos, conforme el avance de la obra, estos recorridos tendrán la finalidad verificar la presencia y/o ausencia de los organismos. La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 6-4. Cronograma de Actividades

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

6.1.3.1.4.6 Seguimiento y evaluación

Para poder dar seguimiento a las actividades programadas debe tener registro de los casos de rescate, y evidencia de los mismos.

Toma de datos. Se deberá contar con una bitácora de rescate de individuos, que incluya la información del individuo como: taxonomía, estado de salud, sitio donde fue encontrado y que manejo se le dio o dará.

Evidencia fotográfica. Realizar un registro fotográfico de los individuos rescatados y si es posible de los avistamientos de fauna.

Revisión de área de rescate. Para dar seguimiento a la protección y rescate, así como, establecer la eficacia de la medida ambiental, será necesario visitar el área en dónde serán liberados los individuos.

Con los datos de los puntos anteriores, podrá generarse un informe en dónde se evalúen la eficacia del programa.

6.1.3.1.4.7 Área considerada para realizar el rescate

El sitio evaluado idóneo para realizar el rescate corresponde al predio minero, las coordenadas geográficas de los puntos de delimitación de los predios sirven como referencia para su localización.

6.1.3.2 Programa de conservación de suelos

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos (Ellison, 1947). Los agentes erosivos dinámicos, en el caso de la erosión hídrica son la lluvia y el escurrimiento superficial o las inundaciones. La lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias; provoca también transporte de partículas por aspersión y proporciona energía al agua de la escorrentía superficial (Ellison, 1947). Como consecuencia de la desagregación se produce un sello superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo (Duley, 1987; Ellison, 1947). En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce la retención y detención superficial del agua y, posteriormente, el escurrimiento superficial del agua que no infiltra (Meyer, 1976). Considerando a la escorrentía superficial como el principal agente de transporte.

Este programa estará encaminado a realizar acciones en aquellas áreas que puedan tener problemas de erosión por la precipitación y el viento, por tanto, será necesario realizar prácticas de conservación y restauración de los suelos. Para poder definir el tipo de obras y cantidad será necesario cuantificar la erosión potencial del sitio.

Cuadro 6-5. Erosión total para el sitio

Erosión del sitio (ton/año)	Hídrica	Eólica	Total
Actual	6587.23	3.140	6590.37

6.1.3.2.1 Pronóstico de la pérdida de suelo con el área del proyecto incluyendo las medidas de mitigación

En la etapa de preparación del sitio la vegetación **NO será removida**, ya que, no será necesaria la construcción de infraestructura complementaria; sin embargo, se proponen actividades de restauración encaminadas a evitar la erosión, la pérdida de suelo, conservación de la biodiversidad, evitar el azolve a los cuerpos de agua y lograr el equilibrio en el balance hídrico. Las obras y prácticas de restauración se describen a continuación.

6.1.3.2.1.1 Presas de control de azolves

Las presas de control de azolves son estructuras construidas con piedras acomodadas, las cuales se colocan transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utilizan para el control de la erosión en cárcavas. El objetivo es controlar la erosión en cárcavas, reducir la velocidad de escurrimiento y retener el azolve. Los beneficios son retención de sedimentos, incrementar la infiltración en el cauce, disminuir la velocidad del agua, estabilizar lechos de cárcavas y mejorar la calidad del agua escurrida.

El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de las obras de restauración (presas filtrantes de piedra acomodada) fue el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de una presa de piedras acomodada con las dimensiones (ancho, alto y largo) de las cárcavas medidas en campo (cuadro siguiente):

Cuadro 6-6. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra

Dimensiones del muro (m)			Volumen (m³)	Dimensiones del talud (m)			Volumen (m³)	Volumen total (m³)
Largo	Ancho	Alto		Base	Altura	Largo * 0.5		
5	1	1.5	7.5	2.2	1.3	2.5	7.15	14.65

Nota: El resultado es solo el volumen de una presa como tal y no el volumen que puede llegar a retener

2. Se estima el espaciamiento entre presas de acuerdo con la altura efectiva y la pendiente de la cárcava. La fórmula para estimar el espaciamiento entre presas es la siguiente:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1.5}{P25} * 100 = 6.0 \text{ m} =$$

dónde: E = espaciamiento (m), H = altura (m) y P = pendiente de la cárcava (%).

3. Se cubica el volumen de azolve a retener usando la siguiente expresión.

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{6 * 1.5}{2} * 5 = 22.50 m^3$$

4. Calculado el volumen que puede retener el modelo de cubicación de la presa filtrante, el siguiente paso es convertir los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es **franco** con una densidad aparente es de **1.4 g/cm³** (cuadro siguiente).

Cuadro 6-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm³)

Clases texturales	Densidad aparente (gramos/ cm ³)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

Fuente: Manual de obras y prácticas, cuarta edición (CONAFOR, 2013)

Entonces para el modelo de la presa filtrante en el supuesto de considerar una altura de 1.5 m y una pendiente de 25% el volumen de suelo a retener es de **31.5 toneladas**.

Finalmente, se divide la erosión total a retener entre el volumen de la presa hipotética (31.5 ton), como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 6-8. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total

Variable	Valor	Unidad
Altura	1.5	M
Largo	5	M
Pendiente	25	%
Espaciamiento	6	M
Volumen	22.5	m ³
Densidad	1.4	gr/cm ³
Volumen	31.5	Toneladas
Número de presas	30	Cantidad
Erosión retenida	945	Toneladas
Metros cúbicos de presas	439.5	m ³

Los metros cúbicos de presas a construir resultaron del producto del número de presas por el volumen de la presa modelo. Entonces, para retener el suelo por causa de la erosión hídrica potencial resultante del sitio (**945 ton/año**) se requiere la construcción de **30 presas** que tendrán un volumen de **675 m³** de piedra.

6.1.3.2.1.2 Resultados esperados del programa

Con la ejecución de las obras propuestas en el programa de conservación de suelos se espera un balance cero ya que de acuerdo a los cálculos realizados se logrará retener el 100% de la erosión hídrica potencial generada por la erosión hídrica del sitio. En el cuadro siguiente se resumen las obras de conservación de suelo a realizar y la cantidad de erosión que retendrán.

Cuadro 6-9. Resultados esperados de la ejecución del programa de conservación de suelos

Cantidad / Obra	Cantidad de erosión que retendrán (ton)
Erosión hídrica potencial	13 072.9
30 presas de piedra acomodada	0.945
9 187.8 m acordonamiento de material vegetal muerto	12 127.9
Diferencia	0.000

6.1.3.2.1.3 Ubicación de las obras

El acomodo del material vegetal muerto, se realizará dentro del sitio, donde será necesario aplicar con mucho cuidado la técnica. En el caso de las presas de control de azolves, se presentan las coordenadas donde se ubicará de manera puntual cada una de ellas.

Cuadro 6-10. Coordenadas que delimitan el área propuesta para establecer el acomodo de material vegetal muerto

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	536107.485	2733369.92
2	536361.485	2733409.6
3	536424.986	2733266.73
4	536349.579	2733048.45
5	536230.516	2733000.82
6	536210.673	2733207.2
7	536210.673	2733203.23
8	536107.485	2733369.92

Cuadro 6-11. Coordenadas donde se ubicarán las presas de piedra acomodada

PRESAS DE CONTROL DE AZOLVES					
Presa	Coordenadas UTM		Presa	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	536410	2732810	16	535944	2733060
2	536409	2732810	17	535943	2733070
3	536408	2732810	18	535943	2733070
4	536406	2732820	19	535944	2733080
5	536405	2732820	20	535944	2733090
6	536405	2732830	21	536952	2733420
7	536404	2732830	22	536952	2733430
8	536403	2732840	23	536951	2733440
9	536403	2732840	24	536951	2733440
10	536402	2732850	25	536950	2733450
11	535938	2733030	26	536950	2733450
12	535941	2733040	27	536949	2733460
13	535944	2733040	28	536948	2733460
14	535946	2733050	29	536946	2733470
15	535945	2733050	30	536945	2733470

6.1.3.3 Programa de reforestación

Los ecosistemas forestales son la fuente de una gran variedad de bienes y servicios económicos, biológicos y recreativos que la sociedad demanda en satisfacción de sus necesidades, pero además representa el medio físico y biótico, donde se desarrollan de forma interrelacionada numerosos procesos ecológicos, que hacen posible, entre otras cosas, la permanencia y evolución de las especies.

Los ecosistemas forestales son una fuente de ingresos económicos, que se generan de aprovechamiento de especies maderables y no maderables según sea el caso, pero también se requieren actividades que ayuden a la conservación y rendimiento sostenido de la masa forestal, una de estas actividades es la **reforestación**. Al restablecer o incrementar la cobertura arbórea, se aumenta la fertilidad del suelo y se mejora su retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes. La producción de biomasa ayudará, indirectamente, a mantener la fertilidad del suelo, además se reduce la erosión hídrica y eólica. La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo rápido del agua de lluvia, regulando, de esta manera, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la entrada de sedimentos a las

aguas superficiales. Para compensar la pérdida de vegetación, se propone reforestar **5 ha** de especies nativas del género ***Prosopis*** y ***Acacia***. La reforestación propuesta es con fines de conservación, protección y restauración.

6.1.3.3.1 *Objetivos*

General

- Realizar la reforestación de **5 hectáreas** con especies nativas de la región para incrementar la cobertura arbórea, evitar la erosión, garantizar la permanencia y propagación de las áreas forestales como medida de compensación.

Específicos

- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal en terrenos degradados.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas.
- Evitar la erosión.

6.1.3.3.2 *Meta*

Realizar una reforestación en **5.0 hectáreas** de ***Prosopis glandulosa*** y ***Acacia farnesiana***

Se espera que con la reforestación el efecto negativo de la erosión reduzca, así mismo y mitigue la erosión que pudiera presentarse y con ello aumentar la infiltración.

6.1.3.3.3 *Metodología*

6.1.3.3.3.1 *Selección de la especie*

Según la CONAFOR (2010), conviene elegir especies que sean de la región para que su adaptación a las condiciones del ecosistema (suelo, topografía, disponibilidad de agua, etc.) sea mejor. De preferencia se deben seleccionar especies nativas, por lo que se realizó la elección de las siguientes especies para llevar a cabo la reforestación de tal forma que se garantice su sobrevivencia.

- Prosopis glandulosa***
- Acacia farnesiana***

6.1.3.3.3.2 *Densidad de plantación*

La densidad en el número de plantas está en función de los siguientes aspectos: i) objetivos de la plantación, ii) características físicas del sitio, iii) especies a utilizar y, iv) los costos de la plantación. El número de plantas a utilizar para este programa se presenta a continuación.

Cuadro 6-12. Número de plantas a reforestar

Municipio	Superficie (ha)	Densidad (ha)	Número de plantas	Especie
San Lucas de Ocampo.	5	1 111	5 555	<i>Prosopis glandulosa</i> y <i>Acacia farnesiana</i>
Total	5		5 555	

6.1.3.3.3.3 *Estado físico y sanitario de la planta*

La planta utilizada en la reforestación será adquirida en los viveros de la región; para asegurar un porcentaje aceptable de sobrevivencia deberá contar con las siguientes características (CONAFOR, 2010).

- La raíz debe tener un eje central y sus raíces laterales deben estar distribuidas, no deben tener malformaciones o nudos.
- Vigor y sanidad: color del follaje propio de la especie, sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas o enfermedades.

6.1.3.3.4 Diseño de la plantación

El diseño de la plantación depende de las condiciones propias del terreno, para este caso se considera que la distribución de la planta será en marco real, colocando la planta en forma de cuadros, cuya distancia será de 3 x 3 m para una densidad final de 1,111 plantas/ha.

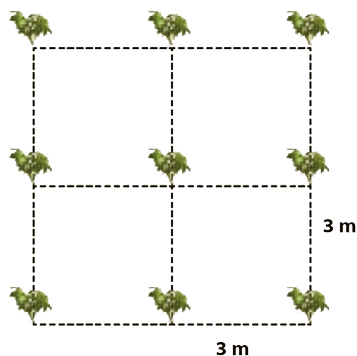


Figura 6-1. Diseño de plantación marco real a utilizar en la reforestación

6.1.3.3.5 Época de plantación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo). La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia. Considerando lo anterior, se propone que estos trabajos se lleven a cabo en los meses de julio y agosto, por ser considerado la época de lluvias para la zona, preferentemente cuando la humedad del suelo se encuentre a 25 cm o más de profundidad. La fecha límite para establecer planta será 45 días antes de que finalice el periodo de lluvias, con la finalidad de que la planta absorba agua suficiente para su arraigo antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes (temperaturas extremas y sequía).

6.1.3.3.6 Técnica de plantación

Será utilizado el **sistema de cepa común** que consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación se deben seguir las siguientes recomendaciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si está es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Quitar el tubete o bolsa de la planta sin dañar la raíz.
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes. Adicionalmente se pueden agregar algunos gramos de fertilizante granulado de liberación prolongada como es el caso del *MULTICOTE (4) 11-2-4*.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés físico por el traslado.

6. Es necesario hacer un cajete alrededor de la planta para detener la erosión por escorrentía, capturar agua de lluvia o de riego para favorecer el desarrollo de la planta e incrementar la posibilidad de sobrevivencia de ésta.

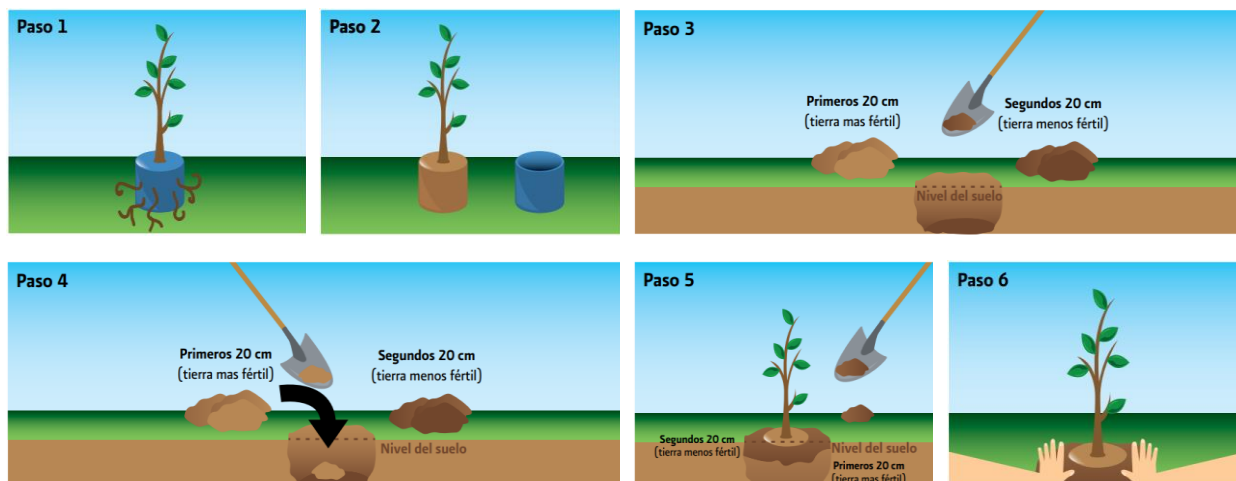


Figura 6-2. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Se deben considerar las siguientes acciones para asegurar que la reforestación se realice con éxito:

1. Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico o tubete, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.
2. Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.
3. Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento deforme o su muerte.
4. Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento de ambas plantas.

6.1.3.3.4 Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

6.1.3.3.5 Selección del sitio

Para determinar el sitio donde se establecerá la reforestación fue de suma importancia tener presente el objetivo de la misma; que, para este caso, lo que se buscaba es beneficiar alguna zona que ameritará la reforestación.

La superficie propuesta para reforestación es de **5 hectáreas** con plantas del género **Prosopis** y **Acacia** las coordenadas geográficas del sitio se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 6-13. Coordenadas geográficas UTM del polígono propuesto para la reforestación con el género *Pinus*

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	534984.82	2733191.63
2	535312.394	2733066.14
3	535160.122	2732664.73
4	534831.51	2732782.13

6.1.3.3.6 Indicadores de evaluación

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

6.1.3.3.7 *Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos reubicados*

Para el mantenimiento de la reforestación, se aplicará un cajeteo en el siguiente año inmediato a la plantación, con la finalidad de proporcionar mayor captación de agua, de tal forma que garantice la sobrevivencia de la planta. La fertilización de la reforestación es otra práctica a considerar, ya que esto permitirá proveer de mayores nutrientes. Durante los primeros 5 años de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario. Con la aplicación de estas medidas se garantizará mayor probabilidad de sobrevivencia de las plantas, sin embargo, si la sobrevivencia en cada año es menor al 90% estas plantas se estarán reponiendo.

Con la aplicación de estas medidas se otorgará mayores oportunidades de que la reforestación aplicada tenga un mayor éxito.

6.1.3.3.8 *Programa de actividades*

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

Cuadro 6-14. Programa de actividades de la reforestación

Actividad	Año 1 (meses)												Años			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5
Planeación de carácter técnico	X	X														
Preparación de material y equipo			X													
Delimitación de las áreas				X												
Plantación					X	X	X	X								
Evaluación								X					X	X	X	X
Mantenimiento (reposición cuando se requiera)										X						
Informes de actividades									X	X			X	X	X	X

6.1.3.3.9 *Evaluación del rescate y reubicación*

La evaluación se realizará durante los **primeros 5 años** de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario con esto se garantiza la protección a las especies consideradas en el presente programa.

En el mes de junio, cuando las temperaturas y las sequías han dejado sus estragos, se realizará un recorrido por la reforestación, para evaluar los daños y estimar la planta que habrá que reponer hasta alcanzar el 80% de sobrevivencia mínima; esta evaluación se realizará de manera periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años de operación del camino. Los recorridos, no sólo tendrán el objeto de evaluar el número de plantas existentes y aquellas por reponer, sino que también se tendrán que analizar, su vigoridad, sanidad, y respuesta al medio.

6.1.3.3.10 *Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes*

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%; es decir, de las 1 111 plantas/ha que se plantarán, deberán sobrevivir mínimo 944 plantas/ha. Lo anterior considerando el mantenimiento que consistirá en deshierbe, riegos de auxilio y fertilización.

Si los resultados del monitoreo anual de la reforestación indican que la sobrevivencia está por debajo del valor mínimo aceptable que se ha propuesto, se procederá a la reposición de los individuos faltantes para cumplir con dicha meta.

6.1.3.3.11 *Informe de avances y resultados*

Los informes que serán presentados a la SEMARNAT a consecuencia de la realización de la reforestación se llevarán a cabo de la siguiente manera.

- Un informe, una vez realizada la plantación.

- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia durante **5 años** consecutivos.

6.1.4 Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa

Las principales medidas de mitigación, prevención y restauración para los diferentes componentes ambientales de acuerdo a las diferentes etapas son las siguientes.

Cuadro 6-15. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas

Componente	Impacto	Clave medida	Clave etapa	Etapas y su duración	Tipo de medida	Medida
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero.	1	A - B - C - D	En todas las etapas.	Preventiva.	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
	Generación de polvo.	2	A - B	Preparación del sitio y construcción.	Preventiva y mitigación.	Mantenimiento a los caminos de acceso.
		3	A - B	Preparación del sitio y construcción.	Mitigación.	Rociado con agua los caminos en época de estiaje (sólo aquellos tramos que lo ameriten).
	Generación de ruido.	4	A - B	Preparación del sitio y construcción.	Mitigación.	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
Geológico	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.	5	A - B	Preparación del sitio y construcción.	Prevención y mitigación.	Estabilización del material restante, producto de las excavaciones.
Suelo	Erosión y pérdida de fertilidad.	6	A	Preparación del sitio.	Prevención y mitigación.	Se evitará en lo posible el movimiento en un solo lugar para evitar la formación de cárcavas y compactación del suelo.
		7	A	Preparación del sitio.	Mitigación, compensación y prevención.	Se realizarán bordos de forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y pérdida de material edáfico

Componente	Impacto	Clave medida	Clave etapa	Etapas y su duración	Tipo de medida	Medida
		8	B	Construcción.	Prevención.	Usar sólo los caminos existentes.
		9	C	Operación.	Prevención.	No afectar el estrato herbáceo ni arbustivo.
		10	C	Operación.	Compensación.	Efectuar un programa de reforestación de 5 ha.
	Generación de residuos sólidos.	11	A – B – C – D	En todas las etapas.	Prevención y compensación.	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos.
		12			Mitigación, compensación y prevención.	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.
	Contaminación por residuos peligrosos.	13	A – B – C – D.	En todas las etapas.	Prevención.	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
Agua	Incremento en la cantidad de sedimentos.	14	A	Preparación del sitio.	Prevención.	No se afectará el estrato herbáceo ni arbustivo.
		15	A	Preparación del sitio.	Mitigación, compensación y prevención.	Se realizarán actividades de retención de suelo en forma perpendicular a la pendiente para evitar la pérdida de suelo y favorecer el establecimiento de vegetación.
	Azolve de cuerpos de agua.	16	C	Operación.	Compensación.	Reforestación de 5 ha.
		17	C	Posterior a la etapa de construcción.	Compensación y mitigación.	Programa de control de azolves.
Paisaje	Impacto visual.	18	C	Posterior a la etapa de construcción.	Mitigación.	Reforestación de 5 ha.
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.	22	A – B – C – D	En todas las etapas.	Preventiva.	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.

Componente	Impacto	Clave medida	Clave etapa	Etapas y su duración	Tipo de medida	Medida
	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.	25	A – B – C – D	En todas las etapas.	Preventiva.	Prohibición de caza de fauna silvestre.
		26	A – B – C – D	En todas las etapas.	Preventiva.	Instalar 2 letreros alusivos a la fauna.
		27	A – B – C – D	Todas las etapas.	Preventiva.	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre.
		28	A – B – C – D	Preparación del sitio, construcción y operación.	Preventiva.	Registro de especies reubicadas o rescatadas.
Sociedad	Incremento de la calidad de vida de los habitantes.	29	A – B – C – D	Preparación del sitio, construcción y operación.	Preventiva y compensación.	Contratación de trabajadores de poblaciones aledañas.
		30	A – B – C – D	Preparación del sitio, construcción y operación.	Preventiva y compensación.	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
		31	A – B – C – D	Preparación del sitio, construcción y operación.	Preventiva y compensación.	En caso de detectar algún vestigio arqueológico avisar al INAH.

6.1.5 Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)

Como se ha mencionado en el programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará cuando se llegue el tiempo de vida útil de las vetas, y las actividades a desarrollar son las siguientes:

- Tapar con piedras y tierra las excavaciones donde se encontraban las bocaminas.
- Una vez completada la demolición y limpieza del lugar, restituir el paisaje teniendo en cuenta el entorno circundante para lograr su integración (reforestación con especies típicas del tipo de vegetación prevaleciente en el sitio).
- Se ejercerá un control sobre la basura generada, para su disposición en el relleno sanitario más cercano al sitio.
- Para los caminos de acceso se llevará a efecto un programa de restauración, en el que se contemplen acciones como: estabilización de taludes e inhabilitación de caminos y reforestación. Los sitios a restaurar serán aquellos afectados por las actividades realizadas, excepto los ocupados por obras que tendrán uso futuro, debidamente justificado; en el entendido de que dicho uso tendrá que cumplir con las disposiciones normativas ambientales que resulten aplicables.

- En las actividades de restauración mediante la reforestación, se utilizarán únicamente individuos de especies locales.

6.1.6 Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas

Por la naturaleza de las obras y actividades se tendrán impactos negativos, sin embargo, en el presente estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para su control y corrección, por otra parte, los impactos benéficos serán mayores que los adversos, al aplicar las medidas de mitigación tal como se recomienda en este estudio por lo que no se tendrán impactos residuales a largo plazo sobre el componente más vulnerable como el **suelo**. El impacto residual o a largo plazo será sobre el **paisaje** el cual será compensado a través de la reforestación de áreas impactadas.

La sustentabilidad ambiental se basa en establecer correctamente las medidas de prevención, mitigación y restauración durante cada etapa. A continuación, se comparan los impactos adversos antes y después de que se apliquen el plan de manejo ambiental.

En la región existe alto grado de marginación, sin embargo, se cuenta con una enorme cantidad de recursos naturales que pueden ser aprovechados para abatir la pobreza con más y mejores fuentes de empleo y, con la operación de la obra se contribuye para una oportunidad de desarrollo local y regional.

Cuadro 6-16. Sustentabilidad ambiental con medidas de mitigación y compensación

Componente	Impacto	Clave Medida	Medida
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero.	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
	Generación de polvo.	2	Mantenimiento a los caminos de acceso.
		3	Rociado con agua los caminos en época de estiaje (sólo aquellos tramos que lo ameriten).
	Generación de ruido.	4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
Geológico	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.	5	Estabilización del material restante producto de las excavaciones.
Agua	Azolve de cuerpos de agua.	6	Programa de control de azolves
Paisaje	Impacto visual.	7	Reforestación de 5 ha.
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.	8	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.
	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.	9	Prohibición de caza de fauna silvestre.
		10	Instalar letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
		11	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre.
		12	Registro de especies reubicadas o rescatadas.
Sociedad	Incremento de la calidad de vida de los habitantes.	13	Contratación de trabajadores de las poblaciones locales.
		14	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de seguridad. Protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
		15	En caso de detectar algún vestigio arqueológico avisar al INAH.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Pronóstico de escenario

El escenario esperado para los diferentes subsistemas ambientales una vez que se encuentre en operación la obra y, considerando que se aplicarán correctamente las medidas preventivas, de mitigación y restauración descritas en los apartados anteriores será el siguiente:

- Los componentes ambientales más vulnerables a degradarse son el **suelo** y el **agua**, ya que su alteración repercute en otros componentes del medio ambiente como es la pérdida de hábitats de flora y fauna silvestre, pérdida de la fertilidad, etc., por lo tanto, al aplicar las medidas de mitigación sobre estos componentes se estarán evitando impactos sinérgicos sobre la cuenca hidrológica del **SA**, además con las obras de conservación de suelo se espera mitigar la pérdida de dicho recurso por efecto de la erosión hídrica y con ello se evitará el azolve de los cuerpos de agua.
- En cuanto al componente ambiental **fauna** esta solamente se ahuyentará en las etapas de preparación del sitio y construcción; por lo cual su densidad poblacional no será modificada. Con las restricciones legales se promoverá evitar la cacería furtiva de parte de los trabajadores y/o obreros.
- En cuanto al deterioro de la armonía del paisaje, este efecto se compensará al mantener especies vegetales nativas con el programa de reforestación, además se recuperarán áreas que han sido degradadas por prácticas agrícolas y ganaderas no sustentables que servirán de cortina verde para minimizar el impacto visual.
- Para cuidar la calidad del agua se tendrán medidas de control de azolves a través del programa de restauración de suelos que evitarán que los sedimentos lleguen aguas debajo de la cuenca.
- En cuanto a ruido, polvo y gases se refiere, las medidas tomadas como el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias, la utilización de sistemas de control de ruido y los catalizadores para control de gases y humos, permitirán tener bajo control estas emisiones. Ayudará también a disminuir el impacto causado por el ruido la propia ubicación del sitio, dado que se localiza en una zona con bosque denso alejado de los centros de población.
- Por último, se puede decir que el escenario a futuro con la operación de la obra, tenderá a ser semejante al que existirá en la zona sin ella misma, pues al aplicar las medidas de mitigación y/o compensación tanto durante la etapa de operación como al abandonar el sitio, este tipo de ecosistema será capaz de resistir los cambios y recuperarse inmediatamente con las medidas sustentables diseñadas en el plan de manejo ambiental.

Finalmente, el **escenario esperado** una vez que se realicen las obras de prevención, mitigación, restauración y compensación, sobre los elementos que serán impactados significativamente durante el desarrollo de las diferentes etapas es:

- El suelo también se espera que se estabilice en el corto plazo, es decir, después de haber ejecutado el programa de restauración donde rápidamente se podrán retener los sedimentos generados principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción. De cualquier manera, el escenario esperado es **estable** con algunas pequeñas fuentes de erosión ya sea laminar o un poco más profundas, sobre todo por la compactación de los caminos de acceso que seguirán siendo utilizados para el tránsito de automóviles, sin embargo, si se consideran las obras de drenaje y mantenimiento adecuadas no se tendrá pérdidas significativas de suelo.
- En lo que se refiere a la **fauna**, ésta buscará hábitats inmediatamente en los lugares cercanos libres de ruido y perturbaciones, sin embargo, hay que destacar que el sitio se encuentra fragmentada por las actividades agropecuarias lo que hace que la fauna regional ya está habituada a la presencia de pobladores.

7.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia 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 causado por la operación y mantenimiento (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron en esta etapa).

El programa de vigilancia ambiental se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años de vida útil de la obra, el cual consistirá en un recorrido semestral por la zona para observar posibles situaciones anómalas.

Cuadro 7-1. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación

Componente	Impacto	Clave medida	Medida	Unidades de medición y seguimiento
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero.	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Bitácoras
	Generación de polvo.	2	Mantenimiento a los caminos de acceso.	Bitácoras / Evidencia fotográfica
		3	Rociado con agua los caminos en época de estiaje (sólo aquellos tramos que lo ameriten).	Bitácoras / Evidencia fotográfica
	Generación de ruido.	4	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Evidencia fotográfica
Geológico	Movimiento de material geológico superficial e incremento de erosión.	5	Estabilización del material restante, producto de las excavaciones.	Evidencia fotográfica
Suelo	Erosión y pérdida de fertilidad.	8	Usar sólo los caminos existentes.	Evidencia fotográfica
		9	No afectar el estrato herbáceo ni arbustivo.	Evidencia fotográfica
		10	Efectuar un programa de reforestación de 5 ha.	Bitácora / Evidencia fotográfica
	Generación de residuos sólidos.	11	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos.	Evidencia fotográfica
		12	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Evidencia fotográfica
	Contaminación por residuos peligrosos.	13	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Bitácora / Evidencia fotográfica
Agua	Azolve de cuerpos de agua.	16	Reforestación de 5 ha.	Bitácora / Evidencia fotográfica
		17	Programa de control de azolves.	Bitácora / Evidencia fotográfica
Paisaje	Impacto visual.	18	Reforestación de 5 ha.	Bitácora / Evidencia fotográfica
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.	22	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Bitácora / Evidencia fotográfica
	Afectación a individuos de especies en categoría de riesgo.	25	Prohibición de caza de fauna silvestre.	Evidencia fotográfica
		26	Instalar letreros alusivos a la fauna.	Evidencia fotográfica
		27	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre.	Bitácora / Evidencia fotográfica
		28	Registro de especies reubicadas o rescatadas.	Bitácora / Evidencia fotográfica
Sociedad	Incremento de la Calidad de vida de los habitantes.	29	Contratación de poblaciones del AI.	Evidencia fotográfica

7.2.1 Calendario de muestreo

El calendario de muestreo de las variables ambientales debe ser anualmente, puesto que es requisito su evaluación en las diferentes estaciones del año para ver su comportamiento y evolución; a continuación, se presenta el cronograma de monitoreo para las variables ambientales.

Cuadro 7-2. Calendario de muestreo del programa de monitoreo ambiental

SISTEMA	VARIABLES	MESES (inicio de la etapa de operación)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agua	Muestreo, análisis y caracterización de las aguas superficiales en las partes bajas de la subcuenca.			x						x			
Aire	Reconocimiento, evaluación y control de las partículas o polvos suspendidos totales en aire por el método del muestreo de alto volumen para el caso de áreas abiertas.			x						x			
Suelo	Efectividad de las obras de conservación de suelo.				x							x	
	Cobertura natural del suelo.			x							x		
Fauna	Presencia de fauna.			x						x			
Paisaje	Medir las cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad.			x						x			

Los formatos de presentación de datos y resultados se harán textualmente, acompañados de gráficas, analizando cada variable independientemente una de la otra.

7.2.2 Procedimientos para el control de calidad

Para evaluar la calidad del programa de manejo ambiental se realizarán actividades de monitoreo tomando en cuenta la normatividad forestal y ambiental aplicable, si las variables medidas contarán con valores fuera de los rangos permisibles, se tendrá que realizar una nueva evaluación ambiental muy detallada a fin de corregir cualquier incidente que este cause efectos adversos significativos al medio ambiente.

7.3 Conclusiones

La descripción detallada de las obras y actividades fue realizada por los técnicos e ingenieros mineros de La Promoviente en coordinación con el responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, mediante sesiones de trabajo y recorridos de campo en cumplimiento a la LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Del análisis ambiental se demostró que los componentes suelo y agua son los que presentarán los mayores impactos adversos específicamente en las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, se observa que la mayor parte de la superficie donde se realizará la extracción de minerales, ya se encuentra afectada por las actividades de agricultura y ganadería.

En cuanto a los impactos adversos a la fauna silvestre éstos no se consideran significativos en el largo plazo, pues una vez que termine la etapa de construcción la fauna podrá desplazarse nuevamente.

Con las medidas de mitigación establecidas se espera no solamente prevenir y restaurar los impactos producidos por la obra, sino que también contribuir a la restauración general del sitio con la reforestación de especies de la región.

El beneficio social y económico de la obra puede, en función de las políticas y actores del desarrollo, contribuir verdaderamente a mitigar el grado de marginación de las comunidades locales que impacta el desarrollo regional.

En general el proceso desarrollado durante el estudio, 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 la comunidad, siempre y cuando los ejecutores como las autoridades cumplan con sus responsabilidades oportunamente.

En el balance del impacto ambiental previsto y la posibilidad de su mitigación, se considera pertinente la realización de la obra por la trascendencia social y económica que representa para la región contar con nuevas fuentes de empleo.

Basado en los resultados que arrojaron los métodos utilizados para la evaluación ambiental, se considera económica y ecológicamente viable.

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

8.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación ambiental, se entregarán un original y tres copias de la presente manifestación al Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para **CONSULTA AL PÚBLICO**. Así mismo, todo el estudio será grabado en memoria digital, incluyendo imágenes, planos e información complementaria.

Se integrarán 4 resúmenes ejecutivos del Manifiesto al Impacto Ambiental del presente proyecto, del mismo modo se presentan 4 en Disco Compacto (CD); uno de ellos con la leyenda CONSULTA PÚBLICA.

8.2 Planos

El listado de los ANEXOS que sustentan al presente documento es el siguiente.

ANEXO	DESCRIPCIÓN
1	Documentación legal.
1.1	Carpeta básica
1.2	Acta de asamblea de elección de autoridades
1.4	Identificaciones oficiales
2	Planos de localización y acceso.
2.1	Localización del sitio en el contexto estatal
2.2	Localización de la infraestructura
2.3	Localización del sitio respecto al tipo de propiedad
2.5	Clasificación de superficies
3	Planos de las características físicas.
3.1a	Plano de ubicación del sistema ambiental en el contexto hidrológico
3.1a	Plano de hidrología regional
3.2	Plano de las provincias fisiográficas
3.3	Plano de las elevaciones del sitio
3.4	Plano de la variación de la pendiente del sitio
3.5	Plano de la exposición de la pendiente del sitio
3.6	Plano de geología
3.7	Plano de edafología
3.8	Plano de clima
4	Planos de las características bióticas.
4.1	Plano de uso de suelo y vegetación.
5	Planos de las regiones prioritarias y ordenamientos ecológicos.
5.1	Plano de ubicación del sitio respecto a las ANP y AICAS
5.2	Plano de ubicación del sitio respecto a las RHP
5.3	Plano de ubicación del sitio respecto a las RTP
5.4	Plano de ubicación del sitio respecto a las Unidades de Gestión Ambiental
6	Proyecto técnico.
6.1	Plano definitivo del trazo de la obra firmado por la CFE
7	Anexo fotográfico.

8.3 Fotografías

En el **Anexo 7** se presenta la reseña fotográfica del sitio donde se pretenden desarrollar las obras.

8.4 Videos

No se presenta información en este caso.

8.5 Responsiva técnica de la elaboración del estudio

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES EN SAN LUCAS DE OCAMPO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, DGO.**

Se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

M.C. Sacramento Corral Rivas

Número de Cédula Profesional: Ingeniería: 2642485; *Postgrado:* 3107384.

R.F.N. No. 8, del Volumen 2, del Libro DURANGO Tipo UI. Según Oficio SG/130.2.2.2/0001 de fecha 15 de agosto del año 2001.

R.F.C. CORS720413-U5A

DOMICILIO: Bosque No. 305, Colonia Campestre, Santiago Papasquiaro, Dgo.

Teléfono: (01) 674 86 203 59

E-mail: sacra.corral@gmail.com

9 LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez, M. y Espluga, A. P. (1999): "Introducción al paisaje". En Otero, I. (Ed): Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 1 - 33.
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret (2004), Environmental Assessment for Sustainable Development: Processes, Actors and Practice, Montreal, Presses Internationales Polytechniques, pp. 52, 54, 157.
- 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.
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Consulta del Software Eric del Servicio Meteorológico Nacional.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Atlas del Agua en México. Edición 2015. México. 135 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. México. 295 p.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S.; González-Elizondo, M.; Tena-Flores, J.A.; Ruacho-González, L.; & López-Enríquez, I.E. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. Acta Botánica Mexicana. 100: 351-403.
- Duley, F.L. 1987. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 179-84.
- Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 479-84.
- Meyer, L.D. 1976. Soil erosion concepts and misconceptions. In: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado, 1976. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver, 12 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1: 1,000,000 (vectoriales). México. 57 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos geológicos escalas 1: 250,000 (Alfanumérico). México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- Martin, J.W., 1984. Forest Management Practices That Will Influence Product Characteristics of the Changing Wood Resource in the South United States. NCSU, Raleigh, pp. 115–123.
- Martínez, M.M. 2005. Estimación de la erosión del suelo. SAGARPA, INCA Rural y Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.
- Navar J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. Forest Ecology and Management. 257:427-434.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 423 p.

- Tory, P.R. y Chalif, E.L. 2008. Aves de México – Guía de Campo – Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Primera edición 1989. México. 473 p.
- 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.
- Wathern, P. (1988), "An Introductory Guide to EIA", en Clark et al. (eds.), Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht, Reidel

Consulta en línea.

- Comisión Federal de Electricidad. Derecho de vía, NRF-014-CFE-2014. [<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/f/NRF-014.pdf>, 03/08/16, 9:15 h].
- Comisión Federal de Electricidad. Diseño de líneas de transmisión aéreas, especificación CFE DCDLTA01, 2014. [<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/1/DCDLTA01.pdf>, 15/08/16, 9:52 h].
- Comisión Nacional del Agua. Red de estaciones climatológicas. [<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html>, 20/08/16, 10:20 h].
- Comisión Nacional Forestal. Sistema de Planeación Forestal para bosque templado, 2015. [<http://fcposgrado.ujed.mx/spf/inicio/>, 04/08/16, 13:15 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Naturalista, Especies. [<http://naturalista.conabio.gob.mx/>, 10/08/16, 13:00 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. AICAS. [<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>, 05/08/16, 13:30 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla; RHP. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_021.html, 05/08/16, 13:00 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Reptiles; tortugas, serpientes, lagartijas y cocodrilos. [<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/GranFamilia/Animales/reptiles.pdf>, 19/08/16, 9:00 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RHP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>, 15:00 h].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>, 13:30 h].
- Consejo Nacional de Población. Datos abiertos del índice de marginación. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion, 02/08/16, 12:00 h].
- Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por localidad 2010. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010, 02/08/16, 12:26 h].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados por localidad. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx, 25/08/16, 9:00 h].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame. [<http://cuentame.inegi.org.mx>, 25/08/16, 9:00 h]

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Número de habitantes, estado de Durango. [http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10, 25/08/16, 9:00 h].
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [http://www.inegi.org.mx, 17/08/16, 10:30 h].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación de la erosión del suelo. [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf, 06/08/16, 9:32 h].
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].
- Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal. [http://seigsrnyma.durango.gob.mx/docs/Fase_Diagnostico.pdf, 01/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles 2016-2017, por entidad federativa, estado de Durango. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-CINEGETICO.pdf, 18/08/16, 10:10 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles y Lista de especies de Aves Canoras y de Ornato para captura con fines de subsistencia temporada 2016-2017. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-ACO.pdf, 18/08/16, 10:00 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Normas Oficiales Mexicanas. [http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas, 01/08/16, 9:00 h].
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ordenamiento Ecológico de Durango – 6 Hidrología [http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Hidrologia.pdf, 02/08/16, 12:00 h].